



Treball de Fi de Grau

Grau en Enginyeria Química

Estudi de les propietats depilants de l'extracte d'una planta

MEMÒRIA

Autor del TFG: **Berta Singla Just**

Director(s): **Esther Bartolí i Josep Maria Morera**

Convocatòria: **Octubre 2015**



Full de sol·licitud de defensa del Treball de Fi de Grau

Dades de l'estudiant/a autor/a del TFG:

Cognoms: **Singla Just**

Nom: **Berta**

NIF:

Titulació:

Grau en Enginyeria Química

☐

Grau en Enginyeria en Organització Industrial

☐

Modalitat:

Centre ☐

Empresa ☐

Mobilitat ☐

Mobilitat-empresa ☐

Títol del Treball de Fi de Grau:

Estudi de les propietats depilants de l'extracte d'una planta

Codirectors/es del TFG:

Esther Bartolí i Soler

Josep Maria Morera i Prat

Com a codirectors/es del Treball de Fi de Grau amb les dades anteriors, confirmem que l'estudiant/a ha assolit els requisits establerts en la normativa acadèmica dels estudis de Grau de l'Escola d'Enginyeria d'Igualada i que es troba en condicions de realitzar, en la present convocatòria, la defensa del Treball de Fi de Grau,

Signatura del Codirector/a

Data:

Signatura del Codirector/a

Data:

Al Ramon Singla i la Florinda Pons, que malgrat no ser-hi, sempre estan al meu costat.

Resum

El procés d'adobament comporta moltes operacions químiques i mecàniques amb l'objectiu d'obtenir un cuir d'alta qualitat. Aquesta indústria, com moltes d'altres, s'enfronta al repte de disminuir el seu impacte mediambiental en els seus efluents i residus. Una de les parts amb més càrrega contaminant dins d'aquest procés són el depilat i el calciner. Aquests dos tenen la finalitat d'eliminar el pèl, el teixit epidèrmic i la grassa subcutània de la pell. La contaminació que es genera amb aquests dos processos pot arribar fins a un 50% de tota la càrrega contaminant generada.

Aquest projecte es base en fer servir un subproducte de la farina, el segó, per poder depilar les pells. El mètode utilitzat consisteix en la maceració del segó a una temperatura òptima de 40°C durant dos dies. Després es filtra el contingut i es deixa en repòs durant 24 hores. A continuació es basifica amb hidròxid sòdic (NaOH) del 50% fins a obtenir un valor de pH comprés entre 12 i 12,5. Finalment s'introdueix un tros de pell vacuna remullada per comprovar l'efecte depilant.

S'observa que al cap de dos dies d'haver inserit la pell, el pèl s'arrenca amb certa facilitat i sembla que també es podria eliminar el teixit epidèrmic de la pell. Es podria pensar veient els resultats que aquest depilat enzimàtic podria suposar tot un avenç pel que respecta a tecnologies més netes i eficients dins del món de l'adoberia.

Abstract

The tanning process involves many chemical and mechanical operations to achieve high quality leather. This industry, like many others, faces the challenge of reducing its environmental impact in its effluents and waste. The most polluting steps in the tanning process are unhairing and liming. Both processes aim to removing hair, epidermis and the subcutaneous fat tissue of the hide. The pollution generated by these two processes can be up to 50% of the pollution load generated.

This project is based on the use of a byproduct of flour, bran, to unhairing hides. The method involves soaking bran at an optimum temperature of 40°C for two days. After that, the content is filtered and let stand for 24 hours. Then it is basified by means of sodium hydroxide (NaOH) at 50% to obtain a pH value of between 12 and 12.5. Finally a piece of soaked cowhide is introduced to check the unhairing effect.

We observe that after two days of inserting the hide, the hair is easily removed. Besides, evidence seems to indicate that the epidermal tissue of the skin may also be eliminated. From the results we may then conclude that enzyme unhearing may be a breakthrough in cleaner and more efficient technologies in the world of tanning.

Índex

Resum	I
Abstract.....	II
Índex	III
Introducció	8
1.1. Antecedents.....	8
1.2. Objectius	10
Capítol 1. Procés de l'adobament	11
1.1. Introducció.....	11
1.2. Matèria primera	11
1.3. Parts de la pell	12
1.4. Tipus de pell.....	13
1.4.1. Pells vacunes	13
1.4.2. Pells ovines.....	14
1.4.3. Pells de cavall	14
1.4.4. Pells de porc	14
1.4.5. Pells de rèptil.....	14
1.4.6. Pells d'animals marins.....	14
1.5. Descripció dels processos del tractament de la pell	15
1.5.1. Variables que cal tenir en compte	15
1.5.2. Maquinària on s'efectuen les operacions químiques	15
1.5.3. Generalitats.....	17
1.5.4. Descripció de les operacions prèvies	17
1.5.5. Operacions de Ribera	19
1.5.6. Operacions d'acabat	27
Capítol 2. Estudi de la pell	30
2.1. Histologia de la pell	30
2.1.1. Epidermis	30
2.1.2. La membrana basal	31
2.1.3. Dermis	31
2.1.4. Teixit subcutani	32
2.2. Química de la pell	33
2.2.1. Les proteïnes	33

2.3. Estudi del pèl.....	40
2.3.1. L'arrel del pèl	40
2.3.2. El tall del pèl	41
2.3.3. Tipus de glàndules de la pell	42
Capítol 3. El pellam i calciner	44
3.1. Objectiu	44
3.2. Pellams químics	45
3.2.1. Depilat reductor amb sulfur i calç	45
3.2.2. Depilat oxidant amb peròxids	46
3.2.3. Depilat amb amines	47
3.2.4. Depilat amb mercaptans	48
3.3. Pellams enzimàtics	48
3.3.1. Depilat per fermentació	48
3.3.2. Depilat mitjançant preparats enzimàtics	49
3.4. Problemàtica ambiental	50
3.4.1. Introducció	50
3.4.2. Paràmetres de caracterització de les aigües residuals.....	50
3.4.3. Característiques de l'aigua residual del depilat	52
3.4.4. Problemes amb els sulfurs	53
Capítol 4. El segó	55
4.1. Introducció.....	55
4.2. Composició del blat	55
4.3. El paper del segó en l'indústria actual.....	56
4.3.1. Producció d'enzims	56
4.3.2. Producció de combustible.....	56
4.3.3. Bioremediació	57
Capítol 5. Proves experimentals	58
5.1. Introducció.....	58
5.2. Matèria prima	58
5.3. Objectiu	59
5.4. Material utilitzat.....	59
5.4.1. Estufa	59
5.4.2. pH-metre	60
5.5. La maceració.....	62

Capítol 6. Proves realitzades al laboratori	63
6.1. <i>Estudi de la temperatura òptima de maceració del segó</i>	63
6.1.1. Objectiu	63
6.1.2. Preparació de mostres	63
6.1.3. Procediment	65
6.1.4. Resultat i discussió	65
6.1.5. Conclusions	74
6.2. <i>Estudi de l'influència del pH a la solució depilant.....</i>	75
6.2.1. Objectiu	75
6.2.2. Preparació de mostres	76
6.2.3. Procediment.....	76
6.2.4. Resultats i discussió.....	76
6.2.5. Conclusions	79
6.3. <i>Estudi de l'influència del pH a la solució depilant en afegir un tros de pell.....</i>	79
6.3.1. Objectiu	79
6.3.2. Preparació	80
6.3.3. Procediment.....	80
6.3.4. Discussió i resultats	81
6.3.5. Conclusions	85
6.4. <i>Estudi de l'influència del pH a la solució depilant amb.....</i>	86
<i>addició de pell però deixant-la reposar</i>	86
6.4.1. Objectiu	86
6.4.2. Preparació de mostres	87
6.4.3. Procediment.....	87
6.4.4. Discussió i resultats	88
6.4.5. Conclusions	95
6.5. <i>Estudi del temps mínim perquè la solució sigui efectiva</i>	96
<i>basificant-la i afegint un tros de pell al mateix dia</i>	96
6.5.1. Objectiu	96
6.5.2. Preparació de mostres	96
6.5.3. Procediment.....	96
6.5.4. Discussió i resultats	97
6.5.5. Conclusions	98
6.6. <i>Estudi del temps mínim perquè la solució sigui efectiva</i>	99
<i>basificant-la i afegint un tros de pell al mateix dia</i>	99
6.6.1. Objectiu	99
6.6.2. Preparació de mostres	99
6.6.3. Procediment.....	99
6.6.4. Resultats i discussió.....	100
6.6.5. Conclusions	103

6.7. Estudi de l'efecte depilant de les solucions al cap de 22 dies	104
6.7.1. Objectiu	104
6.7.2. Preparació de mostres	104
6.7.3. Procediment	104
6.7.4. Resultat i discussió	104
6.7.5. Conclusions	105
Conclusions i recomanacions	106
Agraïments	109
Bibliografia	110



Introducció

1.1. Antecedents

L'adobament de les pells és una tasca que es ve realitzant durant milers d'anys. Amb d'aquest procés s'hi troben moltes operacions (tan químiques, físiques i mecàniques) amb la finalitat d'aconseguir l'estabilitat del col·lagen de la pell i consegüentment obtenir un producte de qualitat: el cuir.

Totes les operacions que es realitzen sobre la pell s'engloben en tres parts: operacions prèvies, processos humits o de ribera i els processos d'acabat. La base química de les operacions de ribera que se segueixen majoritàriament avui en dia és la mateixa des de fa molts anys, ja que és un procés relativament barat i fàcil de controlar. Els inconvenients principals són la gran quantitat d'aigua que es necessita en gairebé totes les fases i la gran contaminació que s'hi genera.

Una de les primeres operacions dins de la ribera, són el depilat i el calciner. L'objectiu principal del depilat és l'eliminació del teixit epidèrmic, el pèl o la llana i la grassa subcutània de la pell de l'animal. El calciner, en canvi, és la hidròlisi de les fibres de col·lagen presents en la pell per crear punts de reactivitat química. Aquests dos processos poden arribar a generar un increment molt acusat de la DQO i la DBO₅. A més l'aigua utilitzada per aquest procés acaba tenint un valor de pH fortament alcalí. Com que la càrrega contaminant és tan elevada la capacitat de depuració de l'aigua residual també ho serà. Això es tradueix, augmenta'n significativament els costos de depuració que ha de pagar l'empresa.

Des de fa molt de temps s'han utilitzat diferents mètodes per treure el pèl de la pell. Tradicionalment es realitza un depilat reductor mitjançant la presència de sulfurs. Els més econòmics i fàcils d'obtenir són el sulfur sòdic i el sulfur càlcic. El més utilitzat és el primer, ja que és més soluble dins del bany. En el mercat també s'hi poden trobar altres productes amb sofre que són factibles pel depilat, però són massa cars.

Aquest procés reductor és el més aplicat des de fa anys i és el que es continua aplicant actualment, però amb alguna millora per evitar en certa manera la contaminació després. Per tant s'ha passat d'un depilat amb sulfur sense recuperació de pèl a un mateix tipus de depilat amb recuperació de pèl. Això ha suposat una inversió molt gran pel que fa la instal·lació

adequada per la recuperació del pèl però ha significat una reducció de càrrega contaminant molt important.

La presència de sulfurs pot comportar que hi hagi el risc de producció de gas sulfhídric. Aquest és un gas molt tòxic i ha provocat en més d'una ocasió la mort de diversos operaris al llarg dels anys.

Per aquest motiu es van buscar alternatives a un depilat reductor i es va optar per un depilat oxidant. Dins d'aquest s'hi troben productes com el clorit sòdic o els peròxids. El clorit necessita molts auxiliars per poder depilar les pells, i per tant comporta un afegit amb la despesa de productes químics. Tot i que té l'avantatge de produir pocs efluent i poca càrrega de contaminació.

En el cas dels peròxids, el més utilitzat és el peròxid d'hidrogen que es combina amb hidròxid sòdic a pH elevats. Aquest procés necessita pocs productes químics, i permet treballar amb menys consum d'aigua i dona menys contaminants. A més hi ha l'absència completa de sulfurs en el procés de l'extracció del pèl.

Una altra alternativa que ja es va començar a descriure des del 1930, són els depilats amb enzims. Aquests actuen de manera bastant eficaç alhora d'eliminar el pèl, ja que aquests queden intactes. Els enzims poden provenir de fonts vegetals, animals o de microorganismes com els fongs. S'addicionen directament al bany i gràcies a l'acció mecànica del bombo es poden extreure directament. Com passa amb el depilat oxidant, en aquest tipus tampoc hi ha la presència de sulfurs i com afegit es pot garantir la recuperació de pèl de bona qualitat. Per contra necessiten controls més acurats que els anteriors i són cars.

Segons la situació mediambiental actual s'està intentant de minimitzar la gran quantitat d'aigua utilitzada com la càrrega contaminant del procés. Per aquest motiu les línies d'investigació van molt enfocades al depilat mitjançant enzims, ja que és el que compleix més els dos propòsits anteriors. L'estudi d'aquest treball va enfocat amb la utilització d'un subproducte natural per poder depilar les pells.

1.2. Objectius

L'objectiu principal d'aquest projecte és estudiar una alternativa al depilat clàssic reductor, que tradicionalment es realitza amb sulfur i calç dins del bombo, per poder reduir la càrrega contaminant del procés. Aquesta alternativa es basa amb la maceració d'un subproducte de la farina, el segó, per poder treure el pèl de les pells.

Per poder complir amb aquest objectiu, s'haurà de complir amb aquests objectius específics:

- Estudi de la temperatura òptima del procés de maceració del segó
- Addició d'hidròxid sòdic de concentració coneguda a les solucions obtingudes de la maceració del segó i l'estudi de la influència del pH de la solució depilant
- Basificació de la solució obtinguda de la maceració del segó i addició de pell vacuna al mateix dia
- Basificació de la solució obtinguda de la maceració del segó. La pell vacuna s'addiciona al cap de cert temps

Per assolir aquest objectiu caldrà primerament fer un estudi de la química del pèl i de la pell, i estudiar quins paràmetres influeixen en el depilat i el calciner.

Aquest estudi es realitzarà mitjançant diferents dissenys experimentals, seguint un ordre lògic i metòdic per poder verificar els resultats finals.

Capítol 1. Procés de l'adobament

1.1. Introducció

La transformació de la pell d'un animal en cuir, que el consumidor coneix en forma de sabates, moneders, cinturons, jaquetes entre molts altres articles implica la realització d'una sèrie de tractaments (químics, físics i mecànics) cada un dels quals té una finalitat pròpia englobada dintre d'un objectiu final: aturar el procés de descomposició natural del teixit, format especialment per proteïnes, per tal d'obtenir un producte estable i d'alta qualitat [Morera 2000].

Aquest producte final tan apreciat per moltes indústries i consumidors ha de complir amb unes propietats específiques, tals com: estabilitat, flexibilitat, resistència a l'aigua, resistència a la temperatura, resistent a atacs externs, etc.

En aquest apartat s'intenta donar una idea global sobre la matèria primera, la maquinària utilitzada i les operacions necessàries per obtenir un cuir final de qualitat.

1.2. Matèria primera

La pell és un teixit natural que s'extreu directament de l'animal, i que en arribar a l'adober presenta tres capes ben diferenciades:

- Epidermis
- Dermis
- Teixit subcutani

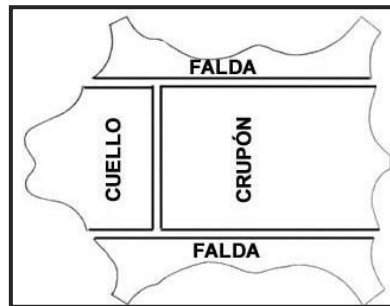
La part que interessa a l'adober és la dermis. I al llarg de les operacions de Ribera (que s'explicaran més endavant) s'eliminen les altres dues. L'estructura de la pell varia segons l'espècie, procedència, edat, sexe i cria.

La dermis està formada principalment per fibres de col·lagen, tot i que conté vasos sanguinis, nervis, fibres elàstiques, cèl·lules grasses i teixit muscular [Adzet 1995].

A la pell hi podem distingir: la part externa que conté el pelatge de l'animal i que un cop eliminat aquest, s'anomena "flor" i el costat intern de la pell que es troba tocant a la carn de l'animal i s'anomena "carn".

1.3. Parts de la pell

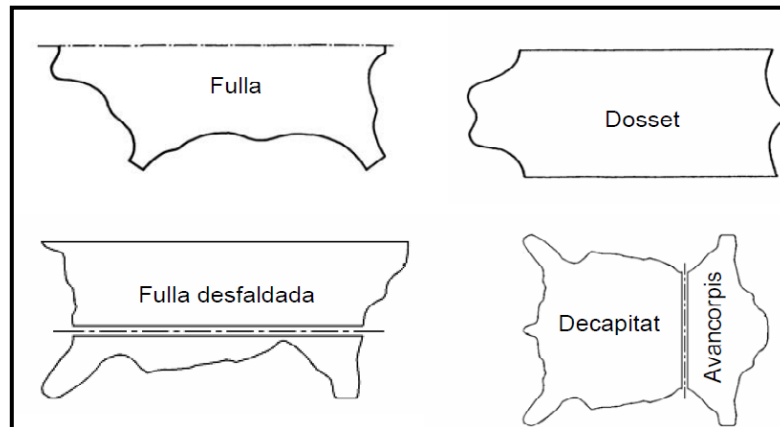
Una pell acabada d'escorxar s'anomena "pell fresca" o "pell verda". En una pell fresca es poden veure zones d'estructura diferenciada pel que respecte el seu gruix i compactació. Bàsicament hi trobem tres parts: el coll, el crupó i les faldes [Bacardit 2005].



Il·lustració 1: Parts d'una pell [Morera 2000]

- El crupó correspon a la regió dorsal i lumbar de l'animal. És la part més homogènia, amb gruix uniforme, compacta i més valuosa per l'adober. Representa el 45% en pes sobre la pell fresca.
- El coll, tal com indica el seu nom, correspon a la part del coll i cap de l'animal. Té l'inconvenient principal de què presenta moltes arrugues i és d'estructura fofa. Representa un 25% en pes sobre la pell fresca.
- Les falques corresponen a la part de la pell que cobreix el ventre i les potes de l'animal. Són les parts més toves i irregulars. Tenen un pes del 35% sobre la pell fresca.

Hi ha altres maneres de poder tallar una pell. També es pot tallar per l'espina de l'animal i aleshores queden dues fulles. Es poden tallar les dues falques i obtenir així una peça formada pel crupó sencer i el coll que s'anomena "dosset". Aquest últim es pot tallar per la meitat de manera que s'obté una fulla desfaldada. O també es pot tallar el coll, i la part de la falda corresponent, el qual s'anomena avancorpi; i l'altra part que resta s'anomena decapitat.



Il·lustració 2: Altres formes de tallar la pell [Morera 2000]

1.4. Tipus de pell

En la fabricació del cuir es troben aplicacions industrials principalment en les pells de vaca, de xai i de cabra. En menys proporció es troben les de cavall i porc, i encara en molta menys quantitat les de rèptil i les d'animals marins. A continuació s'exposen tots aquest tipus de pell:

1.4.1. Pells vacunes

Es classifiquen principalment en:

- Pells de vedell

Tenen l'avantatge que les pells tenen pocs defectes, per tant estan molt valorades, presenten regularitat i resistència mecànica.

- Pell de vaca

Tenen una pell més prima i presenten un tipus de porus més gruixut que les pells de vedell. En algunes ocasions poden tenir defectes a la zona de la culata.¹

- Pells de toro i de bou

Presenten defectes a la part de la "flor", arrugues profundes a la part del coll i porus molt gruixut.

¹ Culata: correspon a la part posterior de la pell vacuna incloent el crupó i els centres de les faldes.

1.4.2. Pells ovines

S'hi troben dos tipus principals de pell:

- Pells d'ovella

Aquí la raça és molt important pel que respecta a la qualitat. Així doncs, aquesta última és inversa a la de llana. Per tant, les ovelles merines donen una molt bona llana però presenten una pitjor qualitat de la pell.

- Pells de cabra

Aquest tipus de pell s'assembla molt a les pells vacunes i a les pells d'ovella. Es pot observar que tenen tant el pèl com la part de la "flor" molt tancada i compacte, essent una pell dura i molt resistent.

1.4.3. Pells de cavall

Aquest tipus de pells es caracteritzen per tenir la zona de la culata molt dura, i en algunes ocasions se separa de la resta de la pell, i es treballa a part perquè no ocasioni problemes en la maquinària.

1.4.4. Pells de porc

És un tipus de pell molt greixosa, perquè té una capa de grassa situada per sota de la pell superficial. Té poc pèl, però pot travessar tota la pell deixant uns forats característics en el cuir acabat. El teixit és realment compacte i resistent amb una gran acumulació de substància alimentària.

1.4.5. Pells de rèptil

Acostumen a ser pells molt dures, flexibles i amb escames. Les més treballades són les de llargardaix, serp, cocodril i la de caiman.

1.4.6. Pells d'animals marins

No se solen treballar, una de les poques que té aplicació en àmbit industrial és la de tauró.

1.5. Descripció dels processos del tractament de la pell

La pell, des que surt de l'escorxador fins que arriba al consumidor, passa per una sèrie de tractaments tan físics, químics i mecànics.

S'intentarà donar una idea general d'aquests processos per transformar la pell amb un producte estable.

1.5.1. Variables que cal tenir en compte

En tot el procés d'adobament cal tenir en compte una sèrie de factors que poden afectar notablement al producte final. Aquests factors són les variables físiques i químiques.

Les variables físiques que de certa manera governen les reaccions químiques efectuades en el procés són la temperatura, el temps i l'efecte mecànic [Morera 2000].

Pel que respecta a les variables químiques més importants a controlar són el pH, la densitat del bany i la concentració dels productes emprats. Que en molts casos es mesuren o bé sobre percentatge de pes total de pell o bé en grams per litre de bany.

1.5.2. Maquinària on s'efectuen les operacions químiques

L'aigua és el medi encarregat de fer penetrar els diferents productes químics en l'interior de la pell, per tal d'aconseguir aquesta difusió és necessari un tipus de maquinària específica i a la vegada típica d'aquest procés. La utilització depèn del tipus, condicions i característiques de l'estat de conservació de la pell ja sigui fresca, salada o secada natural [Bacardit i Ollé 2002].

Actualment es pot trobar que la maquinària més utilitzada són els bombos, però també s'hi troben (encara que ja no s'utilitzin tant) les molinetes i tines.

L'orde de major efecte mecànic de la maquinària emparada és: bombo > molinetes > tina, i va en sentit contrari l'estat de conservació de la pell, és a dir, com més fresca sigui la pell, es podrà utilitzar la maquinària en la primera fase del procés amb major efecte mecànic.

1.5.2.1. Bombos

Els bombos són cilíndrics i de diferents dimensions segons el volum i la fase de producció. Els materials amb els quals es construeixen són de fusta massissa, polièster amb fibra de vidre, acer inoxidable o polipropilè. Tenen en l'interior uns pivots encarregats de donar cops i doblegar les pells, proporcionant l'efecte del bombeig el qual permet la penetració dels productes químics.

Tenen l'avantatge que es poden controlar paràmetres com la temperatura, el temps, la velocitat, el sentit de rotació (efecte mecànic) i el medi (que acostuma a ser aquós) [Bacardit i Ollé 2002].

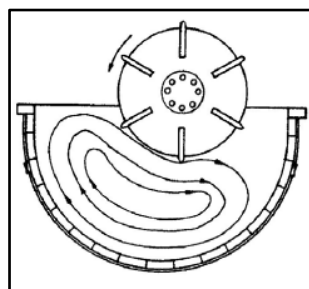


Il·lustració 3: Vista general d'un bombo [Bacardit i Ollé 2002]

1.5.2.2. Molinetes

Aquest tipus de maquinària consta de dues parts principals: una cubeta (generalment de fons circular) i a la part superior gira un rodet que posseeix varies pales.

La seva utilització és pel poc efecte mecànic que produeixen, i per tant la seva utilització en pells que conserven el pèl o la llana.



Il·lustració 4: Esquema d'una molineta [Bacardit i Ollé 2002]

1.5.3. Generalitats

Principalment, totes les operacions que es realitzen sobre la pell s'engloben dins de tres parts ven diferenciades:

- Operacions prèvies

Dins d'aquestes fases s'hi troben: classificació, conservació i retallat. Són processos que tenen l'objectiu de preparar la pell.

- Processos humits o de ribera

Aquest nom és degut a la permanent i necessària presència d'aigua en totes les fases, tant en els banys que s'utilitzen per efectuar les reaccions químiques com dins de la pell.

Aquests tractaments són: el remull, el pellant, el calciner, el descarnat, el dividit, el descalcinat, el rendit el desgreditge i el piquelat, principalment, i també en humit es fan l'adobament, el neutralitzat, el readobatge, la tintura i el greixatge.

- Processos d'acabat

Tal com indica el seu nom, són un conjunt d'operacions que es basen en el tractament superficial del cuir per conferir-li un aspecte visual, tacte i propietats físiques específiques de cada cuir acabat

1.5.4. Descripció de les operacions prèvies

La indústria de la pell s'inicia a la sortida de l'escorxador, on les pells són recollides pels magatzemistes, que són els que tenen cura de preparar les pells en lots uniformes, conservar-les i emmagatzemar-les per la venda posterior a la indústria adobera [Centelles 2005]

1.5.4.1. Classificació

Una vegada s'ha sacrificat l'animal a l'escorxador, és imprescindible separar la pell de la resta del cos mitjançant uns criteris com la qualitat, la mida o el pes.

1.5.4.2. Retallat

El retallat es realitza normalment de forma simultània a la classificació. Consisteix a tallar les parts no desitjades de la pell: potes, caps i cues. Aquesta operació es realitza al mateix escorxador.

1.5.4.3. Conservació de la pell en brut

Normalment les pells no s'utilitzen immediatament després de la mort de l'animal, per tant es fa palès aplicar una sèrie de tractaments de conservació. Aquests últims tenen per objectiu eliminar el procés natural de descomposició de les pells. Aquests tractaments poden variar de manera significativa depenent del país d'origen, de les condicions climatològiques, del tipus d'animal, etc.

Existeixen dos tipus principals de conservació, que són l'assecatge i el salat. Tant un com l'altre busquen la no proliferació de bacteris mitjançant la deshidratació de la pell, de manera parcial o total, i en algunes ocasions amb l'ajuda de bactericides. A continuació es detallen aquests dos tipus de conservació:

- L'assecatge

És el mètode més comú de conservació de la major part de pells de rèptils, de cabra i de pelleteria. L'assecatge a l'aire té l'avantatge principal de constituir la forma més senzilla de conservació, i és molt útil en zones de clima tropical sec i zones rural de llocs poc desenvolupats on hi ha manca de sal o aquesta és molt cara.

Consisteix a deshidratar la pell fins que arribi a una humitat del voltant del 12-15%, i per tant els microorganismes no proliferin i puguin podrir la pell.

La velocitat del secat és molt important: si és molt lenta pot descompondre la pell; i en canvi si és molt ràpida les superfícies exteriors poden tornar-se dures i assecar-se, en canvi les parts interiors conserven la humitat. Així doncs en remullar les pells pel seu posterior tractament poden presentar-se defectes, tals com els forats.

- El salat

És el sistema més utilitzat per protegir les pells enfront dels bacteris i altres agressions exteriors (insectes per exemple), a més és eficaç i econòmic. S'efectua aplicant, pel cantó de la "carn", una capa abundant de sal comuna (NaCl) fins a cobrir tota superfície. Després és col·loca una altra pell a sobre i es torna a posar una altra capa de sal, i així repetidament fins a formar una pila d'un metre aproximadament [Centelles 2005].

Per incrementar la qualitat de les pells, és freqüent la dosificació d'additius, així com la conservació a baixa temperatura, que pot fer que les pells es conservin fins a tres anys.

1.5.5. Operacions de Ribera

Són el conjunt d'operacions mecàniques i processos químics on el seu objectiu principal és eliminar aquells components de la pell que no són adequats per la preparació el cuir i preparar l'estructura fibrosa de la pell pel seu posterior adobament.

Aquestes operacions, són les que requereixen més consum d'aigua de tot el procés, es realitzen en bombos on les pells es posen en contacte amb els diferents banys i se sotmeten a diferents condicions de temperatura, addició de productes químics, temps d'agitació, etc.

1.5.5.1. Remull

La conservació per qualsevol dels mètodes esmentats anteriorment, comporta una deshidratació més o menys accentuada de les pells. Així doncs, el remull té l'objectiu principal d'hidratar de nou les fibres de col·lagen i eliminar entre d'altres la sang, proteïnes, brutícia, sal comuna (si s'ha aplicat el salat com a mètode de conservació) i altres matèries estranyes.

El remull depèn de l'estat de les pells i del mètode de conservació. En general, es realitza en dues fases: una primera neteja i una segona d'humectació, en què es realitzen diferents canvis de banys, així com l'addició de compostos auxiliars tals com els tensioactius, biocides i productes alcalins. El procés s'acostuma a realitzar en bombos, i la durada va des d'hores fins a un o dos dies.

El remull és una operació que consumeix una gran quantitat d'aigua.

1.5.5.2. Pellam i calciner

Aquests dos processos són dues operacions que, donada la seva compatibilitat, es realitzen en la majoria dels casos en el mateix bany. L'objectiu principal del pellam és l'eliminació del teixit epidèrmic (la capa més exterior) i el pèl o la llana. El calciner és la hidròlisi del col·lagen per crear punts de reactivitat química [Gratacos 1962].

L'eliminació del material queratinós (el pèl, les arrels i l'epidermis) i el greix s'aconsegueixen mitjançant l'ús de sulfurs (NaHS , Na_2S) i hidròxid càlcic amb el mètode tradicional.

Al mateix temps, aquests productes alcalins modifiquen l'estructura de la pell obrint-la per facilitar la penetració i absorció dels posteriors productes durant l'adobament. Les pells al final del tractament es troben inflades i rellisquen.

És aconsellable que la temperatura d'aquests tractaments no superi els 40°C per no disminuir la resistència de la pell, ja que sinó l'efecte de la temperatura pot provocar una desnaturalització de les proteïnes i comporta unes contraccions molt acusades de les pells.

El pellam i el calciner són de les operacions que aporten més contaminació i per tant més càrrega de DBO i DQO al procés, a més d'un pH bàsic elevat (10-12).

1.5.5.3. Descarnat

Un cop realitzat el pellam, les pells es troben molt inflades i brutes a causa dels residus de pèl. Per la qual cosa es netegen a fons. Posteriorment es sotmeten a les operacions de descarnat i dividit. La primera és una operació mecànica que busca netejar la pell i eliminar el teixit subcutani ("carn") i el teixit adipós (grassa) que encara resten en ella, deixant-la homogènia i preparada per rebre els reactius de les següents operacions. Les pells doncs, es sotmeten a l'acció tallant d'unes fulles d'acer en forma de "V".

1.5.5.4. Dividit

Quan les pells tenen un gruix molt excessiu per l'article en la que van destinades, es fa necessari dividir la pell en dues capes. Es passen per una màquina que té una cinta d'acer sense fi esmolada. Aquesta màquina divideix la pell amb dos: la capa superior que surt amb un gruix uniforme es coneix com a "flor" i l'altre incorpora més irregularitats de gruix i s'anomena "serratge". Aquest últim si no té el suficient gruix per poder-lo adobar posteriorment, es fa servir per fabricar coles i gelatines.

1.5.5.5. Desencalcinat

Les pells en tripa dividides contenen calç, sulfur i altres productes alcalins procedents de les operacions de pellant i calciner, i que cal eliminar abans de l'adobament. L'objectiu, és eliminar-los i obtenir una pell desinflada.

La pell, quan arriba en aquesta operació, conté calç que no solament està dipositada en les fibres de col·lagen sinó també es troba de forma insoluble a la part exterior de la pell.

Gran part d'aquesta calç i dels productes alcalins s'eliminen mitjançant un rentat d'aigua amb profunditat, i per mitjà d'àcids forts, sals àcides i amoniacals s'extreuen aquells compostos solubles amb aigua.

En la pràctica industrial, en la primera fase les pells es tracten dintre del bombo amb sal amònica i en la segona fase se'ls hi afegeix l'àcid de forma lenta per no malmetre les pells. Per tant, com que hi ha una disminució del pH a causa dels àcids afegits, la pell es desinfla.

1.5.5.6. Rendit

Es busca, mitjançant l'addició de preparats enzimàtics un afluirament de l'estructura del col·lagen, i per tant un desinflatament de la pell. Al mateix temps, es produeix una eliminació de la resta de l'epidermis, pèl i grassa que hi puguin quedar.

El rendit contribueix a donar un tacte tou i suau, amb una capa de la flor fina i sedosa. Al mateix temps augmenta la seva permeabilitat en l'aire.

La temperatura és un dels factors més importants a tenir en compte, ja que per sobre o per sota de 37°C l'activitat enzimàtica disminueix proporcionalment. Els valors de pH també s'han de tenir en compte per una millor activitat.

Al mercat s'hi troben diversos tipus d'enzims pel rendit. D'entre ells destaquen els pancreàtics de procedència animal, on la tripsina és el seu component principal. També existeixen els enzims a base de proteases procedents de bacteris i fongs, però tenen una activitat menor que la tripsina. Per aquest motiu s'addiciona bisulfit sòdic per potenciar la seva activitat.

Una vegada ha acabat l'operació del rendit, per aturar l'activitat enzimàtica, a les pells se'ls hi aplica un rentat amb aigua freda per baixar la temperatura. La següent operació s'ha de començar al cap de poc temps, ja que les pells es poden podrir fàcilment.

1.5.5.7. Píquel

Aquesta operació consisteix a eliminar de la pell la calç combinada amb el col·lagen i aturar definitivament l'acció dels enzims del rendit per preparar la pell per l'adobament, o si es desitja, en estat de conservació.

Així doncs en el píquel es baixa el pH de la pell fins a un valor de 3 i 3,5 o inferior, mitjançant l'addició de solucions salines (NaCl) i l'ús d'àcids forts i febles, orgànics i inorgànics (fòrmic i sulfúric per exemple) i fungicides en el cas de voler mantenir les pells en estat de conservació [Centelles 2005].

En la pràctica industrial, el sistema normalitzat consisteix en col·locar les pells dins del bombo amb l'aigua i la sal necessària per la quantitat de pell. Després d'un temps curt de rodatge se li afegeix l'àcid diluït i es continua amb el rodatge.

Cal tenir en compte la temperatura, ja que el rang òptim es troba entre 20-30°C. S'ha d'evitar valors de temperatura inferiors a 20°C, ja que pot causar un inflament a causa del fred. I una temperatura superior de 30°C pot causar cremades a la part de la "flor".

1.5.5.8. Desgreixatge

L'objectiu d'aquesta operació és l'eliminació del greix natural, per minimitzar els problemes que la seva presència presenta, durant el procés de fabricació. En la pell s'hi troben principalment triglicèrids, ceres, esterols, fosfolípids i àcids grassos lliures, que procedeixen de la hidròlisi dels lípids presents en la pell.

El contingut de grassa varia segons la zona de la pell. La part del coll, l'espina i la culata en contenen més que no pas les faldes. El contingut de grassa varia entre animals de la mateixa raça i/o procedència. Les pells vacunes, per exemple, contenen normalment al voltant del 2-3% de greix natural sobre el pes sec total. En canvi les pells porcines en contenen molta més (al voltant d'un 40%) que està concentrada en el teixit adipós i subcutani, i per tant durant l'operació de descarnat ja s'ha eliminat un gran percentatge, i en aquesta fase queda solament entre 5-8%.

Segons el tipus de pell i l'article final al qual es destina, es fan servir diferents mètodes de desgreixatge:

- Mitjançant l'ús de tensioactius en medi salí i aquós, a 35°C
- Mitjançant l'ús de solvent en màquines de neteja en sec, amb circuit tancat de recuperació de solvents.

El desgreixatge es realitza dins del bombo, escalfant-lo prèviament a uns 30°C. La duració és d'unes tres hores, però cal vigilar que no augmenti excessivament la temperatura degut a l'efecte mecànic del bombo. Al final d'aquesta operació, les pells es netegen amb salmorra tres vegades o més fins que tots els productes utilitzats hagin sortit de la pell.

Cal esmentar que aquesta operació genera una càrrega orgànica i salina molt elevada. Freqüentment, els efluents greixosos es gestionen de forma segregada per evitar el seu abocament directe a la llera pública

1.5.5.9. Adobament

Les pells que han estat sotmeses als treballs de ribera encara poden ser propenses a podrir-se, no resisteixen a la calor i quan s'assequen tenen un tacte dur. Així doncs l'adobament de la pell té com a objectiu principal aconseguir una estabilització del col·lagen a més de donar a la pell les propietats d'una resistència a la temperatura superior a la que té en estat natural.

Una altra finalitat és, mitjançant els productes que s'afegeixen perquè reaccionin amb el col·lagen, la creació d'un suport adequat per les operacions posteriors.

Per adobar és necessari la reacció del col·lagen amb algun producte que sigui capaç de fer-ho. No solament s'ha d'aconseguir la reacció dels grups lliures de las cadenes laterals de les fibres de col·lagen, sinó que ha més, pugui reaccionar amb la pròpia cadena de col·lagen.

Les propietats físiques i químiques d'un cuir acabat no depenen únicament d'aquesta fase, sinó també de molts altres tractaments químics i de les diverses operacions mecàniques que la precedeixen.

Tot i que existeixen molts productes per adobar les pells, tals com les sals de crom, les de ferro, de zirconi, d'alumini i extractes vegetals (de mimosa i de castany principalment) només s'exposarà l'adobament vegetal i al crom, ja que són els que s'utilitzen a escala industrial.

Els banys residuals procedents de qualsevol tipus d'adobament es caracteritzen per tenir una alta càrrega contaminant de sals, especialment de les sals de crom III, fungicides, greix, tensioactius i una elevada DQO.

Actualment s'adoba mitjançant crom o amb extractes vegetals. A continuació s'exposa les dues alternatives:

- Adobament al crom

L'objectiu principal de l'adobament és l'estabilització de la proteïna de col·lagen de la pell abans que es produeixi un atac, sigui bacterià o un agent extern, que la pugui afectar.

Els productes més utilitzats per l'adobament són entre d'altres: les sals de crom i les d'alumini. Es fan servir perquè són les més econòmiques, més fàcils d'utilitzar i formen enllaços molt estables amb les fibres de col·lagen [Soler 2008].

L'adobament en sals de crom (Cr^{+3}) és el mètode més utilitzat industrialment, però també és el més contaminant de tots. Una característica important de les pells adobades al crom és que resisteixen temperatures superiors als 100°C sense contraure's, esdevenint-se resistents per a posteriors operacions.

- Adobament vegetal

Els tanins vegetals són extractes vegetals naturals que es troben a la natura [Web 1].

Són compostos orgànics polifenòlics d'alt pes molecular (entre 500 i 3000), que actuen sobre la proteïna del col·lagen de la pell. Els tanins s'extreuen de l'escorça i de la fusta dels roures, alzines, sureres i castanys mitjançant diferents tipus de dissolvents, com l'acetona, l'etanol, metanol, aigua i combinacions d'aquests.

L'adobament vegetal compren dues etapes principals: la penetració i la fixació. En el primer cas, és molt important que la pell estigui desinflada i neta en la millor manera possible. Per tant convé que el pH estigui el voltant de 4,5 i la temperatura no arribi als 40°C. Durant la fixació cal disminuir el valor de pH fins a 3,5.

1.5.5.10. Escorregut

Un cop ha finalitzat l'adobament, és convenient deixar reposar les pells sobre cavallets acabant-se de fixar els productes.

Al cap d'unes hores es procedeix a una escorreguda mecànica per extreure l'excés d'aigua que conté la pell, deixant-les amb una humitat entre el 50-55% aproximadament. Les aigües obtingudes en aquesta etapa tenen les mateixes característiques que les esmentades en el punt anterior [Morera 2000].

Hi ha molts tipus de màquines que realitzen aquesta funció, entre d'altres la que es mostra a continuació:



Il·lustració 5: Màquina d'escórrer [Bacardit 2000]

1.5.5.11. Rebaixat

Aquesta és també una operació mecànica on l'objectiu és aconseguir un ajust de gruix de les pells en general, tant si han estat dividides com no.

Les pells escorregudes, obertes i planes passen a la màquina de rebaixar per igualar el gruix i treure possibles arrugues que hi puguin quedar.



Il·lustració 6: Màquina de rebaixar [Bacardit i Ollé 2002]

1.5.5.12. Neutralitzat

Té l'objectiu d'eliminar l'acidesa, procedent de l'adobament mitjançant sals de crom III, i ajustar el valor de pH òptim per les operacions posteriors. S'aconsegueix amb productes alcalins com els bicarbonats, formiats i acetats.

Amb aquesta operació s'evita problemes posteriors com la corrosió provocada per metalls, un tacte dur del cuir, irregularitats, irritació del cuir al consumidor, etc.

1.5.5.13. Readobatge

Aquesta fase de ribera té la finalitat de tractar la pell ja adobada amb noves substàncies de caràcter adobant. La idea central és donar a la pell certes propietats (resistència mecànica o química, tacte, etc.) requerides per l'article final a obtenir.

Aquestes substàncies acostumen a ser les següents: tanins vegetals, sals de crom, aldehids i resines.

1.5.6. Operacions d'acabat

Són les darreres operacions que s'apliquen a les pells per tal de conferir les característiques a l'article final i a les prestacions a la qual va dirigit. Les pells han de complir una sèrie de prestacions imprescindibles al mercat on van dirigides.

- Bon tacte i suavitat
- Resistència al desgast
- Resistència a l'aigua
- Permeabilitat al vapor
- Flexibilitat

Seguidament es poden observar les operacions d'acabat, que poden variar depenent de l'article final d'acord amb els requisits del client.

1.5.6.1. Tintura

L'objectiu d'aquesta operació és donar color a la pell segons les especificacions establertes en cada cas concret, mitjançant l'addició de colorants.

Es realitza dins del bombo a temperatura per una millor fixació/penetració del colorant a la pell. Al final de la tintura s'hi afegeixen àcids orgànics, com l'àcid fòrmic, per acabar de fixar el colorant i esgotar el que resta dins del bany.

1.5.6.2. Greixatge

En aquesta operació es lubriquen les fibres del cuir per tal d'obtenir un cuir que no es trenqui en assecar-lo i que presenti una flexibilitat i un tacte adequats.

Els productes més emprats poden ser d'origen vegetal, animal o bé sintètic.

1.5.6.3. Escorregut

Es torna a realitzar aquesta mateixa operació esmentada anteriorment per tal d'eliminar la màxima quantitat d'aigua que contenen les pells. Al mateix temps es deixen les pells planes i sense cap arruga.

1.5.6.4. Assecatge

Quan surten les pells dels bombos contenen una gran quantitat d'aigua. Per aquest motiu és col·loquen sobre cavallets. La funció principal és evaporar la quantitat d'aigua fins a un 50% aproximadament.

Les tècniques més utilitzades són: l'aire, el buit i per pinçament. La utilització d'una tècnica o més d'una depèn de l'article final.

El consum d'energia en aquesta etapa també és una variable que cal tenir en compte. A més també es generen aigües amb productes no fixats (com restes d'àcid fòrmic, colorants, greixos, etc.)

1.5.6.5. Retallat

Un cop a finalitat l'assecatge, les pells es retallen amb l'objectiu d'eliminar les parts arrugades i amb defectes. Al mateix temps es millora la presentació del cuir.

1.5.6.6. Humectació

Consisteix en humitejar les pells per igualar el grau d'humitat.

1.5.6.7. Estovat

S'estova el cuir per acció mecànica, per flexibilitzar-lo.

1.5.6.8. Esmerilat

A fi d'eliminar algun defecte a la part de la superfície, es repassa la flor i la carn amb paper d'esmeril. S'utilitzen lògicament materials abrasius, com per exemple l'òxid d'alumini (Al_2O_3) o el carbur de silici (SiC).

1.5.6.9. Batanatge

Consisteix a posar les pells en sec a dintre del bombo. En conseqüència els cuirs es tornen més flexibles i pujats de to.

1.5.6.10. Tintura

S'apliquen capes de diferents solucions per donar l'acabat final a les pells. S'utilitzen productes per donar el color desitjat, on convé ressaltar els pigments i colorants artificials, les laques, les ceres naturals, etc.

1.5.6.11. Abrillantat

S'apliquen laques o altres productes per tal de conferir a la superfície de la pell un aspecte brillant acabat.

Capítol 2. Estudi de la pell

2.1. Histologia de la pell

La pell de qualsevol organisme exerceix unes funcions vitals per la seva supervivència, ja que constitueix la principal via de comunicació entre aquest i el medi exterior. A més té altres funcions com la de regular la temperatura corporal, emmagatzemar substàncies grasses i protegir el cos de l'entrada de bacteris [Morera 2000].

La constitució histològica de qualsevol pell es determina efectuant talls transversals amb micròtoms de congelació i analitzant aquells talls mitjançant microscopis.

De manera general la pell està formada per tres capes superposades que són, de l'exterior a l'interior:

- Epidermis
- Dermis
- Teixit subcutani

La part que interessa a l'adober és la dermis, i mitjançant les primeres operacions de Ribera s'eliminen les altres dues parts.

2.1.1. Epidermis

És la part més externa de la pell i serveix de revestiment a l'organisme. Representa aproximadament l'1% del gruix de la pell en brut [Adzet 1985]

Les operacions de pellam i calciner s'elimina aquesta capa conjuntament amb les produccions epidermiques que comporta (com el pèl o la llana).

L'epidermis consta principalment de tres capes (anomenades des de la més superficial a la més profunda): capa corni, capa granular i la capa de Malpighi o capa basal.

- La capa de Malpighi

Formada principalment per cèl·lules vives degut a la seva aproximació amb els capil·lars sanguinis. Les cèl·lules s'hi desenvolupen de manera adequada, però a mesura que passa el temps es van desplaçant cap a les capes superiors.

En aquesta capa s'hi troben els grànuls de melanina, que donen la pigmentació/coloració a la capa més profunda. A les capes superiors s'observa que la concentració de pigment disminueix, és a dir a l'estat corni a vegades es troba privat d'aquest pigment [Trautman 1950].

- La capa granular

Aquesta capa té un gruix inferior a l'anterior, i presenta un desenvolupament variable segons l'espècie de què es tracti.

- La capa cornea

Es compon principalment de cèl·lules aplanades sense nucli, per tant són estructures cel·lulars mortes. La manca de capil·lars sanguinis en aquesta capa fa que les cèl·lules degenerin per falta d'alimentació, morin i per freqüència s'eliminen [Adzet 1995].

2.1.2. La membrana basal

Si s'analitza una pell "verda" es pot observar que l'epidermis conjuntament amb el pèl se separa de la dermis per la membrana basal. Sota la llum del microscopi apareix com una capa translúcida. També es pot anomenar capa hialina.

Amb el microscopi electrònic de transmissió es va poder comprovar que està formada per dues capes diferents: una primera densa adjacent a les fibres de la dermis i una altra làmina lúcida també adjacent a les cèl·lules de l'epidermis [Rivera 1988].

Per tant és una capa molt prima i sense estructura cel·lular.

2.1.3. Dermis

Immediatament a sota de la membrana basal s'hi troba aquesta capa que l'adober coneix com la "flor" del cuir acabat. Representa el 84% del gruix de la pell en brut.

És una capa molt resistent, flexible i elàstica [Rogers 1961].

Observada al microscopi és com un enredat tridimensional fibrós on la proteïna principal és el col·lagen.

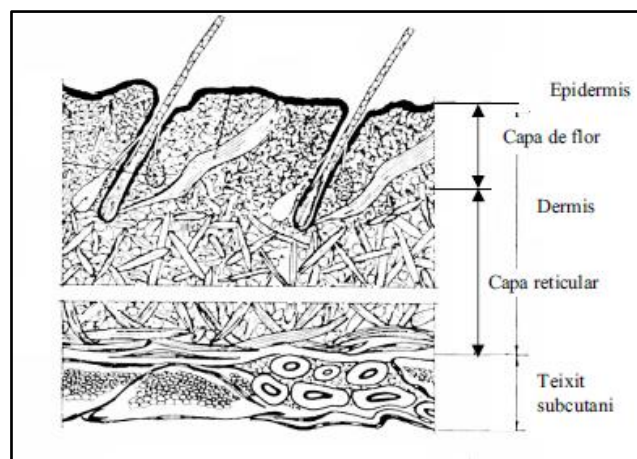
Es diferencien clarament dues capes: la papil·lar que es localitza a la part superior i una inferior denominada reticular. La primera conté, a part de fibres de col·lagen molt fines seguint un eix perpendicular, fibres elàstiques, reticulina², vasos sanguinis i terminacions nervioses. A la capa més inferior hi trobem fibres més gruixudes de col·lagen.

2.1.4. Teixit subcutani

Representa el 15% del gruix total de la pell en brut [Morera 2000].

Quan a l'escorxador es separa la pell de l'animal, en aquest teixit s'hi troba fibres llargues i quantitats de grasses en major o menor proporció segons l'animal. Per exemple, les pells de porc tenen una quantitat molt gran de greix en comparació amb les pells vacunes.

Aquest teixit formen el que l'adober coneix vulgarment com a “carn” i l'operació de descarnat té la finalitat d'eliminar-la.



Il·lustració 7: Histologia de la pell [Adzet 1985]

²Reticulina: és una fibra molt semblant al col·lagen però més prima.

2.2. Química de la pell

La composició de qualsevol pell pot variar segons l'animal. La pell fresca està formada per un reticle de proteïnes fibroses banyades per un líquid aquós que conté proteïnes globulars, greixos, substàncies minerals i orgàniques [Bacardit 2000]

A continuació s'expressen els percentatges d'una pell vacuna:

- Aigua: 64%
- Proteïnes: 33%
- Grasses: 2%
- Substàncies minerals: 0,5%
- Altres: 0,5%

Aquestes proporcions poden variar segons l'animal, així doncs podem trobar que amb una pell de porc pot contenir fins a un 40% de grassa en pes sec, una ovella fins a un 30% i la d'una cabra fins a un 10%.

Es pot observar la gran quantitat d'aigua que conté la pell, on hi ha una gran part que es troba combinada amb les fibres de col·lagen, aproximadament un 20%, i l'altra part es troba de forma lliure entre les fibres de les mateixes.

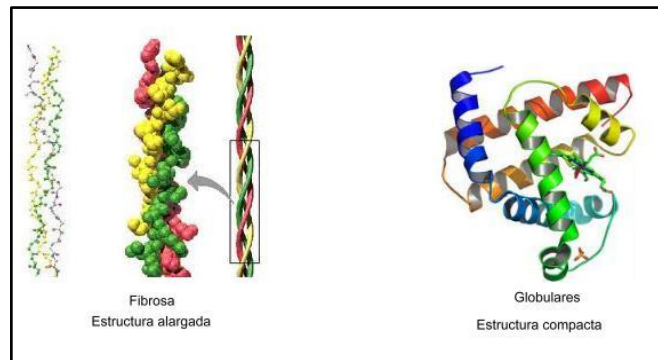
Aproximadament el 95% de la proteïna de la pell és col·lagen, majoritàriament l'anomenat Tipus I dels 19 que existeixen. Altres proteïnes presents són: 1% d'elastina, entre 1- 2% són ceratines i la resta altres proteïnes [Adzet 1985].

2.2.1. Les proteïnes

Les proteïnes es caracteritzen per la seva varietat estructural i també per la seva gran varietat de funcions biològiques que presenten. Totes són polímers d'aminoàcids. Aquests últims s'enllacen entre si mitjançant l'enllaç peptídic amb la pèrdua d'una molècula d'aigua. Cada proteïna té de cent a milers d'aminoàcids amb una seqüència preestablerta pel codi genètic (DNA).

Aquestes macromolècules d'elevat pes molecular es poden classificar seguint molts criteris. Una d'aquestes classificacions és segons la seva estructura: on s'hi distingeixen les proteïnes fibroses i les globulars. En el cas de les primeres, un exemple ven clar és el col·lagen, són cadenes polipeptídiques esteses al llarg d'un eix. En canvi les proteïnes globulars tenen les mateixes cadenes però plegades de manera compacta que originen formes esfèriques.

Les proteïnes fibroses són molt estables, dures i insolubles en aigua i en la majoria dels dissolvents. El seu nom és deu a què les cadenes polipeptídiques estan disposades paral·lelament, per la qual cosa formen fibres o làmines [Bacardit 2000].



Il·lustració 8: Estructura tridimensional de les proteïnes fibroses i globulars [Web 2]

A continuació s'exposa les dues principals proteïnes que formen part de la pell de qualsevol animal, i de la qual el seu estudi i caracterització és molt important per tal de poder conèixer en profunditat el procés de l'adobament.

2.1.1.1. El col·lagen

El col·lagen és la proteïna més abundant de totes les dels vertebrats superiors, i constitueix aproximadament un terç o més de la proteïna total del cos. Aquesta proteïna es caracteritza per ser fibrosa i per tant llarga i amb aspecte de fil. Les fibres de col·lagen són un component important en la matriu extracel·lular que suporten la majoria dels teixits i dona estructura a les cèl·lules des de l'exterior.

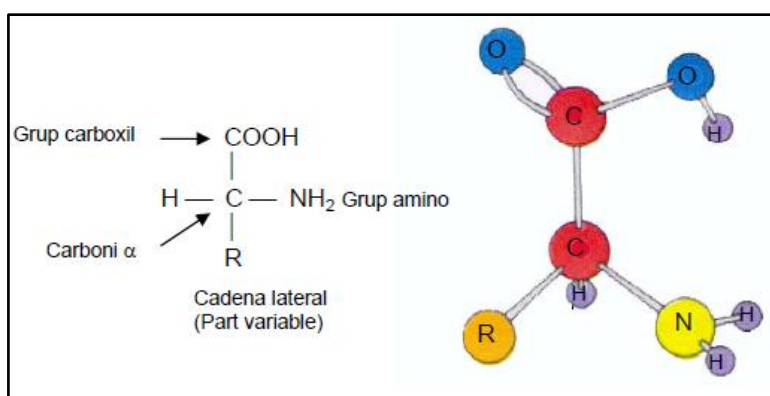
El col·lagen té una gran resistència a la tracció, i és el principal component dels cartílags, els lligaments, els tendons, els ossos i la pell. Juntament amb una altra proteïna, la queratina, és la responsable de la força i l'elasticitat de la pell. El punt de ruptura de les fibres de col·lagen dels

tendons, en el cas dels humans, arriba amb una força de diversos centenars de quilograms per centímetre quadrat.

La degradació d'aquesta proteïna tan valuosa condueix a les arrugues que acompanyen a l'envelliment humà. Quan aquest col·lagen es desnaturalitza per ebullició, es converteix amb una substància molt coneguda i apreciada: la gelatina.

El col·lagen està format per uns 20 aminoàcids depenent del tipus d'animal i de la seva edat. On les cadenes laterals d'aquests aminoàcids són del tipus no polars, polars, àcides i bàsiques.

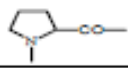

Cada aminoàcid presenta com a mínim dos grups funcionals en la molècula: un grup carboxílic (-COOH) i un grup amino (-NH₂). La diferència entre aquests aminoàcids són les cadenes laterals que l'acompanyen.



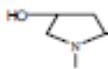
Il·lustració 9: Model estructural d'un aminoàcid [Cuello 1996]

La diferència entre els vint aminoàcids són les cadenes laterals que presenten:

a. No polars

R-	-H	-CH ₃	-CH(CH ₃) ₂	-CH ₂ CH(CH ₃) ₂
Aminoàcid	Glicina	Alanina	Valina	Leucina
R-	-CH(CH ₃)C ₂ H ₅			-(CH ₂) ₂ SCH ₃
Aminoàcid	Isoleucina	Prolina	Fenilalanina	Metionina

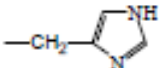
b. Polars

R-	$-\text{CH}_2\text{OH}$	$-\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	$-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$
Aminoàcid	Serina	Treonina	Tirosina
R-		$-\text{CH}_2\text{CONH}_2$	$-(\text{CH}_2)_2\text{CONH}_2$
Aminoàcid	Hidroxiprolina	Asparagina	Glutamina

c. Amb grups àcids

R-	$-\text{CH}_2\text{COOH}$	$-(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
Aminoàcid	Àc. Aspàrtic	Àc. Glutàmic

d. Amb grups bàsics

R-	$-(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$	$-(\text{CH}_2)_3-\text{NH}-\text{C}(=\text{NH})\text{NH}_2$
Aminoàcid	Lisina	Arginina
R-		$-(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{NH}_2$
Aminoàcid	Histidina	Hidroxilisina

II·lustració 10: Classificació dels 20 aminoàcids del col·lagen [Morera 2000]

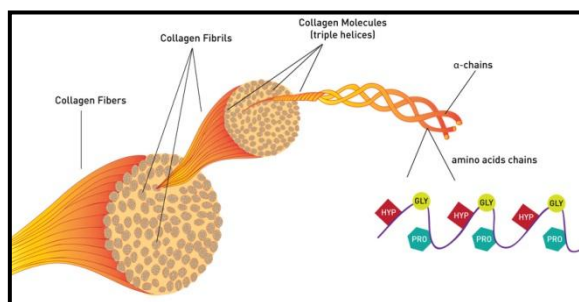
L'elevat contingut d'hidroxiprolina diferencia el col·lagen de la resta de proteïnes presents a la pell.

La unitat essencial del col·lagen, la cadena polipeptídica, presenta una estructura hèlix α . Això és degut a que s'estableixen interaccions de ponts d'hidrogen entre els oxígens del grup C=O i els hidrògens d'un grup -NH-. Els radicals es disposen cap a l'exterior de l'hèlix α .

Quan s'enrotllen entre si tres cadenes polipeptídiques d'una longitud aproximada de 1000 aminoàcids cadascuna, formant el que s'anomena triple hèlix, es forma una molècula de col·lagen o també anomenada protofibreta. Aquest enrotllament és estable, perquè es formen unions químiques tipus éster i enllaços de ponts d'hidrogen entre cadenes veïnes.

La unió d'unes 7000-8000 protofibretes formen una fibreta. S'anomena fibra a la unió de fibretes i un feix de fibres, que té un diàmetre aproximat de 5 micres, es forma mitjançant la unió de les fibres [Lehninger 1982].

La figura següent mostra aquesta estructura:



Il·lustració 11: Desglossament d'una fibra de col·lagen [Web 3]

2.1.1.2. Tipus de col·lagen

Es coneixen 19 tipus diferents de col·lagen en els vertebrats. Seguidament s'exposen els cinc tipus més comuns [Web 4] [Web 5]:

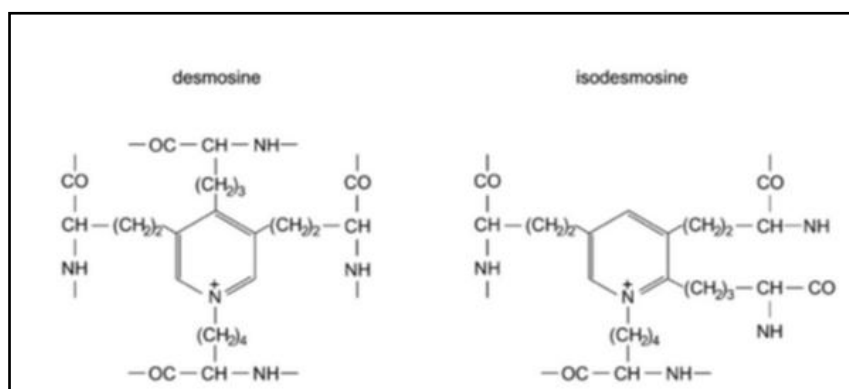
- Tipus I
Característic del teixit conjuntiu pròpiament dit. Predomina principalment a la dermis, en els ossos i als cartílags. Aquest tipus té les fibres més gruixudes de tota la resta. La seva funció principal és la resistència a l'estirament.
- Tipus II
Apareix al cartílag i en altres estructures, com per exemple el líquid que omple el globus a ocular (humor vitri). Per tant són fibres molt fines i la seva funció principal és la resistència a la pressió intermitent de l'ull.
- Tipus III
Abunda en les parets dels vasos sanguinis, en la dermis i a l'estroma de diverses glàndules. És un tipus de col·lagen que apareix amb molta freqüència. Una de les seves funcions principals és la de sosteniment dels òrgans expansibles.
- Tipus IV
És el col·lagen que forma la làmina basal que subjecta els epitelis. És un col·lagen que no polimeritza en fibril·les, sinó que forma un feltre de molècules orientades a l'atzar.

És sintetitzat per les cèl·lules epitelials i la seva funció principal és la de sustentació i filtració.
- Tipus V
Aquest tipus de col·lagen s'ha descrit específicament en la membrana basal de la placenta.

2.1.1.3. L'elastina

L'elastina és una proteïna fibrosa que és troba conjuntament amb el col·lagen de la pell, i contribueix amb un grau considerable a l'elasticitat del teixit connectiu³ [Bienkiewitch 1983].

Les seves fibres són primes, llargues i ramificades que s'agrupen formant feixos. Aquesta proteïna pot arribar a estirar-se fins a un 150% de la seva llargada abans de trencar-se. Aquesta gran facultat és deguda a què té dos aminoàcids poc comuns, la desmosina i la isodesmosina, que formen enllaços creuats.



Il·lustració 12: Estructura de la desmosina i la isodesmosina [Web 6]

En l'elastina, pel que respecta a altres tipus d'aminoàcids, el contingut d'hidroxiprolina és baix, però constant, i la relació entre hidroxiprolina i prolina, que en el col·lagen és 1:0, en l'elastina és 0:1. El contingut en glicina és tan alt com en l'altre proteïna i el contingut en àcid aspàrtic i glutàmic és més petit que en col·lagen [Bartolí 2000].

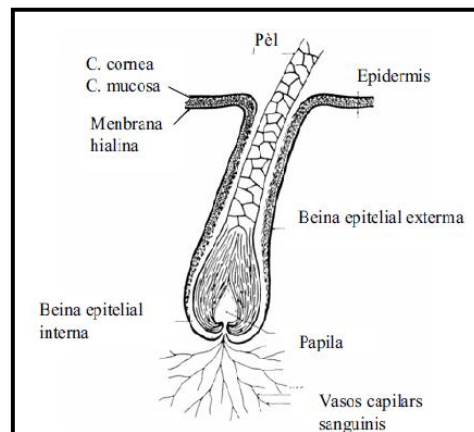
³Teixit connectiu: és el teixit més abundant i amplament distribuït en els organismes vius

2.3. Estudi del pèl

Totes les produccions epidèrmiques són del tipus corni i tenen el seu origen a la capa epidèrmica. Les més importants que l'adober ha d'eliminar, destruint-lo o no de la pell, són el pèl i la llana.

El pèl consta bàsicament de dues parts: l'arrel i el tall.

En la imatge de continuació es poden distingir les parts principals del pèl:



Il·lustració 13: Parts que componen el pèl [Adzet 1985]

2.3.1. L'arrel del pèl

Aquesta es troba a dins de l'epidermis en el fol·licle pilós; en l'extrem inferior s'eixampla i forma el bulb pilós, de la qual està amb contacte amb la papila i irrigat per capil·lars sanguinis pel seu creixement adequat. La base de pèl arriba fins a la capa papil·lar de la dermis.

El pèl té dues parts: la cara interna i la cara externa. Aquesta última està formada principalment per teixit fibrós i recoberta de nombrosos nervis diminuts. En canvi la cara interna està molt adherida a l'arrel del pèl, i al mateix temps està formada per dos estrats anomenats beines radiculars externa i interna [Williams 1986].

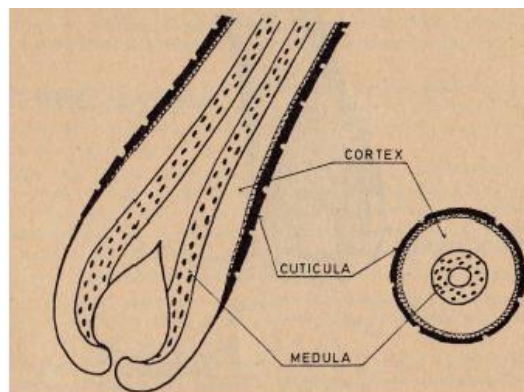
La primera representa una estructura molt semblant a la capa de Malpighi de l'epidermis. Pel que respecta a la beina interna, està fortament unida a l'externa. I està formada per dues capes cel·lulars concèntriques, de la qual l'externa s'anomena capa de Henle (o estrat epitelial pàl·lid); és senzilla i formada per cèl·lules mancades de nucli. L'altre capa anomenada Huxley (o estrat epitelial granulós) es troba integrada per un, dos i tres estrats de cèl·lules amb nucli [Rivera 1988].

2.3.2. El tall del pèl

En canvi el tall és la part allargada situada fora de la pell. En la majoria dels mamífers es troben dues classes de pèl: els de papil·la o papil·lars i els primaris. La fase de creixement del pèl no es manté indefinidament, ja que un cop aquest té una determinada longitud la papil·la deixa de ser alimentada per l'arrel i el creixement cessa. Més endavant el bulb pilós s'endureix i adquireix una forma ovalada per sota de les glàndules sebàcies.

S'ha d'esmentar que primer es forma el pèl de papil·la, de la qual és el precursor del pèl primari. Els pèls de papil·la es localitzen a zones més profundes de la pell; són curts i sedosos. En canvi els primaris són el contrari, més llargs i forts [Adzet 1985]

Els pèls primaris predominen sobre els de papil·la, i es poden diferenciar tres zones: la medul·la, l'escorça i la cutícula. A la figura següent es poden apreciar les zones:



Il·lustració 14: Zones del tall del pèl [Adzet 1985]

- La medul·la o substància medul·lar és la part central del pèl, formada per grans cèl·lules circulars disposades una sobre l'altre. Aquestes cèl·lules contenen pigment, la melanina, que dona el color característic al pèl de l'animal.
- La cutícula és l'embolcall extern del pèl, formada per una capa molt fina de cèl·lules planes cornificades, sense nucli, disposades com les teules d'una teulada.
- L'escorça o substància cortical, que és el constituent principal del pèl, està format per una sèrie de cèl·lules més petites fusiformes i disposades paral·lelament a l'eix del pèl.

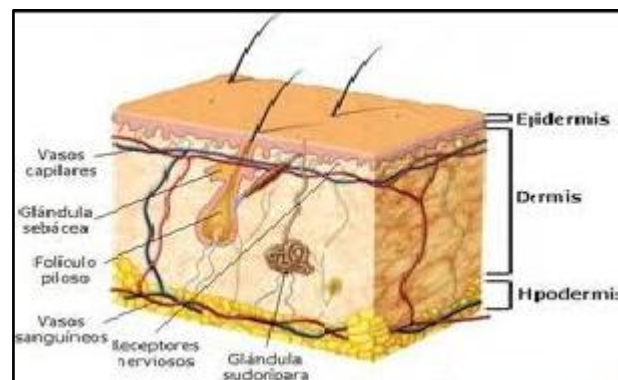
Cal mencionar que si el fol·licle pilós és recte, també ho serà el pèl que s'hi formi però pel contrari el fol·licle és sinuós el pèl sortirà arrissat. En les pells de vacunes podem observar que per cada fol·licle hi ha un pèl, mentre que en les pells de porc hi trobem tres pèls per cada un [Curtex-Basf 1973]

Els pèls poden variar la seva longitud segons l'edat que tingui l'animal. La raça i les condicions climàtiques adverses hi tenen molt a veure. En quasi tots els climes, sobretot a la primavera i la tardor, la longitud del pèl es veu clarament afectada per la muda de l'animal.

2.3.3. Tipus de glàndules de la pell

Qualsevol glàndula és un òrgan epitelial que segreguen substàncies que són utilitzades per el propi organisme o com a producte de rebuig. La pell posseeix glàndules escampades per tota la superfície i d'altres que és localitzen en determinades regions.

A la pell s'hi localitzen dos tipus: unes de segregació interna que aboquen el seu producte en el torrent sanguini i s'anomenen endocrines. I unes altres anomenades exocrines, de les quals la seva segregació es descarrega a l'exterior o dins d'algun òrgan. En el segon grup podem distingir dos tipus: les glàndules sebàcies i les sudorípares [Web 7].



Il·lustració 15: Les glàndules sebàcies i les sudorípares [Web 8]

Les primeres es localitzen a la part superior de la dermis. Es presenten en forma de bosses plenes de cèl·lules que produeixen productes grassos que després expulsen a l'exterior. Aquests productes serveixen principalment per lubricar el pèl i la capa còrnia de l'epidermis.

Les glàndules sudoríparaes es localitzen a la mateixa zona de la pell i alçada. El seu principal objectiu és eliminar les substàncies de rebuig que formen la suor i la de regular la temperatura corporal de l'animal. Hi ha dos tipus d'aquestes glàndules: les que descarreguen directament a l'epidermis o les que ho fan al fol·licle pilós. Aquestes últimes, molt comunes en l'espècie dels bovins, tenen forma de sac. En canvi, els que descarreguen a l'epidermis són molt comuns en els animals que tenen manca de pèl o molt poc.

Capítol 3. El pellam i calciner

Aquestes dos processos donada la seva compatibilitat, es realitzen en la majoria dels casos en el mateix bany. La pell degudament hidratada, neta i amb una part de les seves proteïnes eliminades amb la fase de remull, passa a l'operació de depilat.

3.1. Objectiu

El principal objectiu del depilat és eliminar el teixit epidèrmic juntament amb el pèl o la llana, mentre que el calciner busca l' hidròlisis del col·lagen per crear punts de reactivitat química i produir un aflluixament de l'estructura fibrosa del col·lagen amb la finalitat de preparar-la pel procés d'adobament posterior.

Dintre d'aquest objectiu s'hi troben inclosos d'altres més específics:

- Afavorir un inflament de la pell que provoqui un aflluixament de l'estructura reticular
- Conversió en sabons i alcohols (per saponificació de les grasses naturals de la pell) més fàcilment solubles amb aigua, i per tant més eliminables
- Augmentar el gruix de la pell per poder-la tractar a l'operació de descarnat, i si és necessari per a l'article final, també pel procés de dividit
- Desdoblament de les fibres de col·lagen a fibretes, per tal de provocar un aflluixament de l'estructura fibrosa

Aquests dos processos es poden efectuar de moltes maneres diferents que involucren principis operatius àmpliament diferents. En tots els casos estan relacionats amb la química del pèl.. Tots ells es fonamenten amb aquests dos mètodes generals [O'Flaherty 1956]

- Destruïnt o bé modificant el teixit epidèrmic que envolta l'arrel del pèl, afliuixant-lo i després extraient-lo mecànicament.
- Destruïnt el pèl mateix i reduint-lo a una pasta mitjançant diferents atacs químics. El mètode tradicional fa servir un alcalí i sulfur soluble amb aigua.

Tots els mètodes que es fan servir per a l'aflluixament del pèl són del tipus químic o bé enzimàtic. I amb la majoria d'ells s'aprofita la poca resistència de les proteïnes de la capa basal enfront dels enzims i dels àlcalis o sulfurs. Per degradació hidrolítica d'aquestes proteïnes, així com les cèl·lules del fol·licle pilós, es destrueix la unió natural entre la còrnia i l'epidermis.

Al mateix temps s'estova l'arrel del pèl; amb això es produeix l'afluixament del pèl amb la pell i pot separar-se fàcilment per extracció mecànica.

3.2. Pellams químics

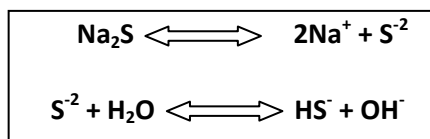
Amb aquests tipus de pellams s'utilitzen productes químics que destrueixen la unió entre el pèl i la pell. Són els més utilitzats a l'indústria adobera, sobretot el pellam amb sulfur i calç al bombo. Però existeixen altres possibilitats per depilar químicament, com són els productes oxidants però que no són tan utilitzats.

A continuació s'exposen tots els tipus de pellams químics que es coneixen.

3.2.1. Depilat reductor amb sulfur i calç

Normalment es treballa amb el sulfur sòdic (Na_2S) i el sulfhidrat sòdic ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) per el depilat. Els sulfurs d'arsènic antics, arsènic vermell (As_2S_2) i trisulfur d'arsènic (As_2S_3) ja fa temps que no es fan servir per raons de salut.

El sulfur sòdic al reaccionar amb aigua genera les següents reaccions:



Il·lustració 16: Descomposició del sulfur sòdic

En el depilat amb sulfurs s'addicionen, normalment, concentracions de sulfur sòdic de l'ordre entre 1-3% i amb una rotació del bombo lenta. No es aconsellable concentracions majors, ja que la rapidesa amb què es produiria la destrucció del pèl no donaria temps a que s'aconguís un suficient afluixament de les arrels del pèl.

A l'observar les reaccions anteriors es podria dir que la presència reductora dels sulfurs (HS^- i OH^-) generen un trencament entre els ponts disulfur de la cisteïna i la hidròlisi de la queratina.

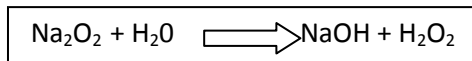
L'altre producte emparat en aquest tipus de depilat reductor és hidròxid càlcic. Té la funció de trencar els ponts d'hidrogen que existeixen entre les fibres de col·lagen [Morera 1994].

Al mateix temps té un efecte físic molt important amb les pells: s'inflen i s'omplen d'aigua, obrint així les fibres i permeten que els productes posteriors durant la fase d'adobament puguin penetrar bé. Té l'inconvenient que és un producte molt poc soluble i quan s'addiciona al bany s'ha de posar amb excés.

Cal esmentar que actualment amb el depilat reductor s'utilitza hidròxid sòdic més que no pas hidròxid càlcic, ja que pot precipitar amb contacte amb l'aire i afectar el procés de rendit [Tutiven 2011]

3.2.2. Depilat oxidant amb peròxids

És una de les alternatives a l'actualitat amb més repercussió per poder substituir els sulfurs. Al principi consistia a afegir peròxid sòdic (Na_2O_2) al bany de l'ordre del 3%. S'aconsegueixen unes pells molt ven depilades i netes. Per descomposició d'aquest peròxid s'obté hidròxid sòdic i peròxid d'hidrogen segons la reacció següent:



Il·lustració 17: Descomposició del peròxid sòdic

Avui en dia el peròxid d'hidrogen s'afegeix directament al bombo. Després d'un temps de rodatge les pells es troben molt inflades, per tant s'addiciona o bé sulfat sòdic, clorur sòdic o clorur càlcic. S'evita inflament però retarda el depilat. L'inconvenient principal és que el peròxid sòdic ataca a la fusta, per la qual cosa el seu ús amb bombos és inadequat. Per evitar-ho s'hauria de treballar amb bombos d'acer inoxidable o plàstic [Heidemann 1993].

Els avantatges principals de treballar amb aquest tipus de depilat es descriuen a continuació [Ebner 1992]:

- Eliminació completa dels sulfurs amb les aigües residuals
- Es redueix considerablement les males olors a les adoberies
- El temps relativament curt del depilat (es pot fer en dues hores)
- El procés del depilat afavoreix una bona degradació de la pell, per tant es poden obtenir cuirs amb "flors" suaus

Pel que respecta als inconvenients cal destacar que s'ha de controlar molt la temperatura del bany, ja que la reacció és molt exotèrmica, i podria fer malbé les pells. També destacar que

les pells tractades amb peròxids rellisquen més que les tractades amb sulfurs, i s'ha de vigilar quan les pells es passen per les màquines de descarnar i dividir.

3.2.3. Depilat amb amines

Les amines, especialment la dimetilamina, ja es va utilitzar des de fa temps en l'indústria adobera [Heeidemann 1993].

Aquesta va començar a utilitzar aquests productes amb l'esperança d'accelerar i millorar l'afluixament del pèl.

Dintre d'aquest grup hi trobem l'amoníac, que presenten un poder d'afluixament mesurable del pèl. Però no s'aconsegueix una fàcil eliminació del pèl, que pot ser causada per la baixa concentració de ions hidroxil en les solucions d'amoníac. Si es treballa a temperatures elevades tampoc s'aconsegueix cap millora, i a més augmenta la càrrega contaminant, ja que desprèn vapors amoniacals.

Una altra opció de depilat amb amines és un depilat no destructiu del pèl. Primer es fa un tractament primari immunitzant el pèl amb clorur càlcic, i després s'afluixa amb amines. Per acabar es depila a màquina.

Al contrari de l'amoníac, algunes amines (com la metilamina, dimetilamina i trimetilamina) tenen una acció depilant relativament bona. Les amines totes soles i per sota de 35°C actuen afluixant el pèl però no destruint-lo.

El mecanisme no es coneix amb seguretat, però s'ha proposat la teoria que les amines es combinen amb els àcids sulfònics originats en la ruptura dels ponts disulfur de la cistina i impedeixen la formació de nous enllaços transversals entre cadenes polipeptídiques. Tot i així aquesta teoria no és gaire clara, ja que les amines de la sèrie aromàtica, que no posseeixen efecte depilant, també poden reaccionar de la mateixa forma [Gratacos 1962]

Abans s'havien utilitzat sulfurs i amines però es va comprovar que donava lloc a nitrosamines. A totes les adoberies que feien servir aquest mètode es va observar que eren volàtils i cancerígenes. Per això es va deixar d'utilitzar.

Les amines també presenten el gran avantatge de què la utilització de sulfurs s'elimina però la seva efectivitat no és molt alta. Per això s'utilitzen com auxiliars del depilat.

3.2.4. Depilat amb mercaptans

Cap als anys 30 es van provar als Estats Units molts compostos orgànics amb grup sulfhidril, principalment mercaptans, per determinar la seva acció envers el depilat. Aquesta acció depèn de la seva concentració i alcalinitat. Només s'observen efectes complets de depilat a concentracions d'1% o més del tiocompostos, i només en combinació amb àlcalis com l'hidròxid sòdic. Per tant en restringeix l'ús, ja que fa pujar el preu de cost de dues a cinc vegades. [Heidemann 1993]

Les pells tractades amb aquests compostos són més llefiscoses que les tractades amb sulfur. Això representa un avantatge a l'hora de descarregar els bombos, però presenta un inconvenient en les operacions de descarnament i dividit.

3.3. Pellams enzimàtics

Els pellams enzimàtics són un cas molt especial de l'aplicació dels enzims dintre de la fase de Ribera, i ja van ser descrits com una fase inicial en l'indústria adobera el 1913 [Heidemann 1993].

Actualment s'investiga molt sobre com els enzims actuen en la química de la pell, al mateix temps que hi ha una eliminació dels sulfurs als efluent i això es nota en el cost econòmic final del procés.

Aquests tipus de pellam consisteixen amb un atac d'enzims de la mateixa pell o bé es realitzen emprant preparats enzimàtics provinents d'altres fonts. Aquests enzims ataquen la capa de Malpighi i les cèl·lules del fol·licle pilós.

3.3.1. Depilat per fermentació

És un dels mètodes més antics que es coneixen per depilar. Consisteix bàsicament a provocar un procés de putrefacció, en el qual els enzims produïts pels bacteris de la pell hidrolitzen les proteïnes de la capa basal de l'epidermis i del fol·licle pilós.

Aquest procés natural s'ha d'interrompre en el moment just, és a dir quan les pells no estiguin massa fetes mal bé. Però és un procés que no es pot controlar ni la classe ni la quantitat de bacteris, per aquest motiu molts cops surten moltes pells perjudicades. No s'utilitza actualment, encara que el podem veure amb algunes zones subdesenvolupades del món.

Aquest mètode es pot treballar o en fred o bé en calent. En els dos casos el factor de la temperatura és clau i la durada del procés també. Si es treballa en calent, es posen les pells remullades a dintre d'una càmera a una temperatura òptima de 25°C i tenint en compte de mantenir una atmosfera bastant humida. Seguint aquest procés es pot observar un aflujament del pèl al cap de dos dies aproximadament.

Si en canvi es vol treballar en fred, el procés es pot allargar entre una i dues setmanes. Aquí es treballa amb una temperatura entre 8-12°C.

Un cop s'han tret les pells de la càmera, per aturar el procés de putrefacció, les pells es sotmeten a un bany d'aigua freda i amb addició d'antisèptics per interrompre definitivament el procés.

Amb aquest mètode intervenen els bacteris de la mateixa pell, però pot ser que en les últimes fases del procés d'adobament actuïn les amides formades per la degradació de les proteïnes.

3.3.2. Depilat mitjançant preparats enzimàtics

Aquest tipus de depilat es fonamenta en un aflujament del pèl mitjançant enzims. En el procés anterior també eren els enzims els encarregats de deixar anar el pèl, però provenien dels bacteris de la mateixa pell i el procés era basant difícil controlar-lo.

El depilat amb preparats enzimàtics, per contra, és un procés controlat perquè no hi ha un desenvolupament bacterià perquè s'addiciona un desinfectant per evitar-ho.

Aquest tipus de depilat també ataca a la capa de Malpighi.

Aquests enzims poden provenir del món animal o bé vegetal però els més utilitzats, sigui en pells vacunes o de cabra, són els preparats enzimàtics que provenen dels fongs. Els enzims més utilitzats d'aquest tipus són els que procedeixen del *Aspergillusflavus*

Els preparats enzimàtics no solament difereixen amb els tipus d'enzims utilitzat, sinó també amb la seva forma d'aplicació. Això és degut al fet que n'hi ha algun d'ells que requereixen un inflament previ alcalí sobre la pell. Pel que fa a la seva forma d'aplicació s'ha de distingir aquells que s'addicionen amb un bany aquós (dintre del bombo), i els preparats enzimàtics que s'apliquen amb absència de bany. Aquest últim es basa a escampar el preparat enzimàtic sobre el cantó de la part anomenada "carn" de la pell. A continuació s'apilen les pells durant un

temps de repòs entre 18-24 hores. Passat aquest temps s'ha de realitzar un tractament amb sulfur i calç per inflar la pell. En canvi es pot prescindir d'aquest inflament posterior amb alcalins si el preparat enzimàtic s'addiciona directament al bombo; a més també trobem que amb aquest últim tipus de tractament s'hi tiren activadors (tals com sulfit, nitrit, nitrat i sals amòniques) per augmentar el rendiment de l'enzim.

3.4. Problemàtica ambiental

3.4.1. Introducció

Actualment un dels punts que més preocupa l'indústria adobera, és com reduir la quantitat d'aigües residuals i la seva concentració d'impureses en la fabricació dels cuirs. Per tot això es busquen mètodes de producció que permetin aquesta reducció i que no variïn la qualitat del cuir produït.

S'ha de tenir en compte que un dels efluent que més contamina de tot el procés d'adobament són justament el depilat i calciner, perquè presenten un elevat contingut en sulfur. Al mateix temps la quantitat d'aigua que es necessita també és molt elevada en els processos de Ribera.

Les iniciatives mediambientals relacionades amb la indústria del cuir, han de complir una normativa molt exigent per tal de poder afrontar els problemes de la contaminació en aquest sector [Tutiven 2011]

3.4.2. Paràmetres de caracterització de les aigües residuals

Per avaluar el preu que l'indústria ha de pagar per abocar una aigua contaminada s'analitzen cinc factors de contaminació, que al mateix temps serveixen per controlar les diferents tècniques de depuració en una aigua residual.

3.4.2.1. Matèries en suspensió (MES)

Serveix per mesurar la càrrega contaminant que es troba amb suspensió i el grau de deshidratació dels fangs.

Analíticament es defineixen coma sòlids totals d'una aigua residual a tota la matèria que queda com a residu d'evaporació a 103-105°C. S'expressa en mg/l.

El tipus de sòlids suspesos que es troben en una adoberia consisteixen principalment en substàncies proteiques com carn, pell i pèl i residus químics insolubles.

3.4.2.2. Demanda química d'oxigen (DQO)

Determina el grau de contaminació que es pot oxidar amb productes químics tals com el permanganat potàssic. S'expressa amb mg/l o ppm. [Degrémont 1979]

L'oxidació es fa generalment amb dicromat i àcid sulfúric sobre l'aigua decantada durant dues hores.

3.4.2.3. Demanda biològica d'oxigen (DBO)

Serveix per determinar la part de la contaminació oxidable mitjançant reaccions biològiques, i s'expressa amb mg/l o ppm.

El que es mesura és l'oxigen gastat durant un període de temps determinat. La DBO₅ és la més utilitzada [Apunts EEI, Aigües residuals capítol 5].

3.4.2.4. Toxicitat (TOX)

Aquesta es mesura observant el comportament dels éssers vius. El mètode emparat és amb el microorganisme *Daphinas*. Els resultats s'expressen amb Equitox/m³, que correspon el número de vegades que ha hagut que ser diluïda l'aigua per obtenir una immobilització del 50% de les *Daphinas* [Adzet 1985]

3.4.2.5. Sals solubles (SOL)

És una mesura de la conductivitat elèctrica de l'aigua. Aquesta augmenta com més sals es trobin dissoltes a l'aigua.

Aquesta conductivitat es mesura com la conductància d'una columna d'aigua compresa entre dos elèctrodes d'un centímetre quadrat de superfície i separats un centímetre l'un de l'altre. S'expressa en Siemens o $\mu\text{S}/\text{cm}$ fent la mesura a 20°C [Lestage 1986]

3.4.3. Característiques de l'aigua residual del depilat

Cada part del procés d'adobament de la pell produeix unes aigües residuals amb una càrrega contaminant concreta. L'alta concentració de brutícia de les aigües del depilat és el problema més gran de tots els efluents d'adoberia.

Una divisió global de la distribució de la càrrega contaminant en les diferents fases del procés d'adobament és la següent taula, en la que s'indica la càrrega de contaminació de cada secció per a cada tona de pell bovina [Thorstensen 1993]

Parametre contaminació	Efluent total	Remull	Depilació	Desencalçinat -Rendit	Píquel Adob	Restants
DBO ₅ (kg/t)	75-90	7.5-9	52-63	2.5	1	11.5-14.5
DQO (kg/t)	200-220	30-33	110-120	6	2	50-58
Oxida. (kg/t)	110-130	14-17	70-82			14-17
MES (kg/t)	140	7	77			56
Salini.(kg/t)	250-350	150-210		20-30	60-90	17-25
Toxici.(Eq/t)	2,5		1,9		0,6	

Taula 1: Valors de contaminació en el procés de pells vacunes [Thorstensen 1993]

En general el volum d'aigua utilitzada en el depilat acostuma a ser inferior que en la fase de remull, però la càrrega contaminat és tan elevada que en molts cassos arriba a representar més de un 50% del total de la càrrega contaminant produïda.

Aquestes aigües es caracteritzen pel pH fortament alcalí (12-14), elevats continguts de restes de pèls, proteïnes, calç, sulfurs i petites quantitats de greixos.

Un dels problemes d'aquestes aigües són els sulfurs, ja que és el component més tòxic i molest pel que respecta l'olor. Quan aquest s'aboca al clavegueram, l'acumulació de gas sulfhídric a la canonada pot produir corrosions i pot causar emissions d'aquest gas [Thorstensen 1993].

3.4.4. Problemes amb els sulfurs

3.4.4.1. Introducció

Actualment, i des de fa molt temps, el depilat de les pells ha sigut una operació que s'ha realitzat en medi alcalí. Aquest procés provoca una eliminació del pèl i del teixit epidèrmic, a més de la calç i altres àlcalis, quantitats de sulfur sòdic barrejat amb proteïnes, ceratines, derivats amoniacals i altres compostos.

Això es tradueix amb un augment de la DQO i la DBO₅, per tant com major sigui la càrrega contaminant de l'efluent major serà també la capacitat de depuració de l'aigua residual a tractar. Com a conseqüència augmentaran significativament els costos de depuració que haurà de pagar l'empresa. També pot afectar greument a la biodiversitat del medi aquàtic si el tractament depuratiu no es fa correctament.

És per això que avui dia les aigües provinents del depilat i encalcinament tenen uns límits cada vegada més baixos, per diversos motius:

- La perillositat sanitària del despreniment d'àcid sulfúric
- La corrosió que provoquen les gotes de condensació per oxidació
- La toxicitat dels sulfurs a les aigües dels rius
- El perill d'inflamabilitat de l'àcid sulfúric
- La toxicitat en el procés de depuració biològica

Pel que respecta tot això, es fa lògic i inclòs obligatori tractar i/o d'eliminar prèviament els sulfurs abans de llençar-los a la llera pública o realitzar un tractament previ en el procés de depuració d'aigües residuals.

3.4.4.2. Eliminació dels sulfurs

Actualment existeixen molts mètodes per reduir la quantitat de sulfurs. El tractament químic per reduir la quantitat de sulfurs és relativament car i sovint es produeixen reaccions químiques no desitjades [Curtex-Basf 1973].

- Eliminació del sulfur per oxidació
- Precipitació del sulfur com a sulfur de ferro (II)

- Tractament amb fums
- Recollida de l'àcid sulfúric sobre hidròxid sòdic

El mètode més utilitzat és l'oxidació catalítica del sulfur amb l'oxigen de l'aire com agent oxidant. La reacció és molt lenta si no és per la presència de catalitzadors com sals manganoses o d'altres metalls divalents (com níquel, cobalt o coure) i trivalents (com el ferro). Amb aquesta oxidació amb aire desapareixen els sulfurs, però com que aquests es transformen amb tiosulfats, només es disminueix en un 50% la DQO.

Amb la tècnica de recuperació de sulfurs mitjançant l'absorció de l'àcid sulfhídric sobre hidròxid sòdic al 20%, s'obté una solució concentrada de sulfur de sodi (Na_2S) que es pot tornar a utilitzar amb el depilat, produint-se així un estalvi molt significant de producte i disminuir al mateix temps la contaminació [Tutiven 2011].

Aquests mètodes impliquen una utilització de sulfurs durant la fase de depilat. Però a causa de la pressió mediambiental que s'està vivint, el més important seria buscar alternatives a la utilització de sulfurs.

Per aquest motiu moltes d'aquestes alternatives ja estan presents amb moltes adoberies: el depilat enzimàtic (veure l'apartat 3.3.2 d'aquest projecte) i el depilat mitjançant peròxids (veure l'apartat 3.2.2 d'aquest projecte) que permeten reduir el valor de la DQO de manera significativa.

Una altra manera seria el depilat amb sulfur i recuperació de pèl. Té l'avantatge que redueix de forma significativa el nivell de contaminació causat pel pèl: amb els sòlids amb suspensió i la DBO a les aigües residuals. Aquest mètode s'hauria d'estendre a tots els tipus de pells que es pugés. En les pells bovines, el seu gruix dificulta la penetració del sulfur pel costat de la "carn", però igualment hi ha alternatives. Una d'aquestes seria protegir el pèl abans de començar el depilat mitjançant la immunització del pèl. Al mateix temps hi ha d'haver un bon efecte mecànic dintre del bombo i la temperatura no ha de superar els 28°C , per evitar així una hidròlisi excessiva de la pell.

Capítol 4. El segó

4.1. Introducció

La base de l'alimentació dels éssers humans són els cereals. Els més conreats són el blat, l'arròs i el blat de moro.

El món actual consumeix grans quantitats de blat. Una estimació aproximada d'aquest cereal durant l'any 2010 era de 652 milions de tones processades. El blat és el cereal més antic que es coneix, que ja es va començar a cultivar des del començament de la civilització humana. La producció de blat està estretament relacionada amb la quantitat d'aigua de la pluja. Per aquest motiu el trobem en molts continents on la pluviometria no és molt escassa [Hemery 2007].

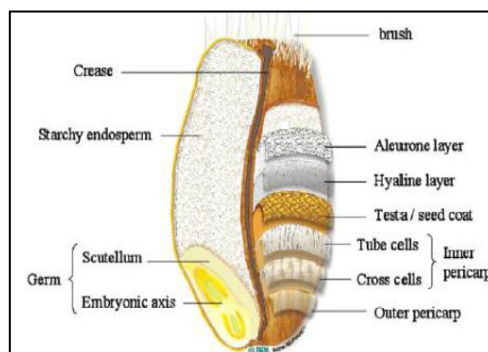
El segó és un subproducte molt comú en les farines de blat. Un milió de tones de blat poden produir fins a 0,25 milions de tones de segó. El segó es produeix amb molta abundància en gairebé tots els països cultivadors de blat.

4.2. Composició del blat

El gra de blat està format per tres parts principals:

- Pericarpí
- Endosperma
- Germen

Un estudi detallat sobre l'estructura del gra de blat mostra que entre el 68% i el 80% és endosperma, un 14% forma el pericarpí i entre un 2% a 3% el germen. En la figura de continuació és pot observar un gra de blat i les seves parts principals:



Il·lustració 18: Parts d'un gra de blat [Muhammad 2012]

Dins del pericarpi s'hi troba localitzat el segó. El segó de blat té propietats nutritives molt importants, gràcies en part a la seva composició química. El formen carbohidrats (60%), proteïnes (12%), minerals (2%) i la resta vitamines i compostos actius (26%). També s'han trobat altres compostos químics importants com són l'àcid fenòlic i els carotens.

4.3. El paper del segó en l'indústria actual

4.3.1. Producció d'enzims

Molts subproductes agrícoles que antigament no es feien servir, com en el cas del segó, estan reemplaçant molts productes sintètics. S'està estudiant i analitzant aquests subproductes per tal de poder treure'n el màxim rendiment d'ells.

En el cas del segó, ja fa temps que s'havia estudiat per les seves grans propietats nutritives però no molt temps que s'hi van descobrir noves aplicacions. Una de les aplicacions és la producció d'enzims mitjançant la maceració del segó. Entre aquests enzims s'hi destaquen les proteases, les amilases i les lipases. L'avantatge principal és que és un producte molt econòmic i que n'hi ha en grans quantitats repartides per tot el món.

Actualment tots els enzims s'extreuen de tres fonts: dels vegetals, dels animals i dels microorganismes. Els enzims produïts per la maceració de microorganismes representen gairebé el 90% de tots els enzims produïts pels processos industrials. Principalment s'extreuen de bacteris, fongs i llevats. La immensa majoria dels enzims microbians es produeixen a partir de 25 microorganismes, incloent-n'hi una dotzena de fongs. Però s'ha calculat que només aproximadament el 2% dels microorganismes existents en el món han estat estudiats com a fons d'enzims. En el cas del segó tots els enzims que s'extreuen i posteriorment es purifiquen per la seva comercialització proven d'un bacteri i d'un fong durant la seva maceració: *Bacillus cerus* i *Aspergillus niger*.

4.3.2. Producció de combustible

L'esgotament de les reserves de combustibles fòssils és un fet i cada any la seva disminució suposa tot un repte per la recerca de nous combustibles. Per aquest motiu, els investigadors se centren amb la producció de bioetanol a partir de substrats naturals per fer front als canvis energètics del mil·lenni [Ahmad 2010].

Es va observar que la mòlta del blat podia ser un bon precursor fermentatiu per la producció de bioetanol. El 2009 es va demostrar que al realitzar fermentacions amb segó els resultats van ser espectaculars, ja que es va aconseguir la concentració d'etanol més alta: 23,1 g/L després de 48 hores de fermentació. A més el segó pot actuar com a substrat per la producció potencial de biobutanol, que pot ser utilitzat com un reemplaçament per a la gasolina.

4.3.3. Bioremediació

En els polígons industrials, hi ha un gran desafiament per la descontaminació de les aigües industrials. En moltes ocasions, per desgràcia, s'hi troben metalls pesants que dificulten la tasca. Hi trobem coure (Cu^{+2}), plom (Pb^{+2}) i cadmi (Cd^{+2}) que realment són una amenaça potencial per la salut humana.

El segó de blat es pot utilitzar com a substrat, que a més és molt econòmic. El segó conté unitats de lignina, cel·lulosa i àcids grassos dels quals el seu grup funcional (hidroxil, carboxílic i fenòlic respectivament) són ideals per la fixació de ions [Dupont 2003].

Es pot utilitzar com un filtre natural per la descomposició d'efluents industrials que contenen metalls pesants. Aquest mètode pot ser una alternativa econòmica als mètodes tradicionals de descontaminació de les aigües residuals, ja que podria substituir a les resines sintètiques per l'absorció de metalls.

Capítol 5. Proves experimentals

5.1. Introducció

En aquesta part es presenten les proves experimentals fetes al llarg del treball, per poder assolir l'objectiu plantejat al principi d'aquest projecte: la utilització de la maceració del segó com a mètode alternatiu per poder depilar les pells sense la presència de sulfurs.

Per aquest motiu l'estructura de la investigació s'ha dividit amb quatre parts ven diferenciades:

- Estudi de la temperatura òptima de maceració del segó, comprovant cada 24 hores el pH fins que estigui estabilitzat
- Addició d'hidròxid sòdic de concentració coneguda (NaOH) a les solucions obtingudes de la maceració del segó i l'estudi de l'influència del pH de la solució depilant
- Basificació de la solució obtinguda de la maceració del segó i addició de pell vacuna al mateix dia
- Basificació de la solució obtinguda de la maceració del segó. La pell vacuna s'addiciona al cap de cert temps

5.2. Matèria prima

Per portar a terme les proves d'aquest estudi s'ha utilitzat una sola fulla de pell vacuna. Aquesta es trobava conservada pel mètode del salat i durant les proves experimentals es va guardar sempre al frigorífic.

Cal esmentar que tots els trossos de pell, utilitzats en la part experimental, van tenir un remull previ amb l'objectiu d'eliminar la sal continguda. Per aquest motiu es va utilitzar sempre la mateixa metodologia de remull per poder verificar els resultats finals.

Es van tallar trossos molt petits de pell tant del crupó com de les falces. En el cas del coll no se'n va agafar cap mostra, però els resultats en principi haurien de ser els mateixos o semblants.

Es va utilitzar sempre un bombo petit d'acer inoxidable pel remull. Aquesta operació es duia a terme sempre un dia abans d'inserir la pell a les solucions de segó.

El mètode utilitzat pel remull s'especifica a continuació:

- Un total de 8 banys
- Un temps de rodatge de cada bany de 30 minuts cadascun
- Cada bany es va dur a terme a una temperatura de 25°C
- Finalitzat el remull dels trossos de pell, aquests s'escorrien i es guardaven al frigorífic per la seva utilització el dia següent

Es prefereix que l'aigua utilitzada, tan pel remull com per les maceracions de segó, no contingui microorganismes que puguin interferir els resultats. Per aquest motiu l'aigua utilitzada en les dues operacions sempre va ser de la xarxa comuna.

5.3. Objectiu

L'objectiu d'aquest projecte és veure les possibilitats que hi ha per aconseguir un nou sistema de depilat mitjançant la maceració del segó, un subproducte de la farina, i la seva basificació posterior amb hidròxid sòdic (NaOH). S'insereixen trossos de pell vacuna a la solució basificada, i s'estudia com evoluciona el pH i el pèl de la pell al llarg del temps.

És un projecte portat a escala de laboratori i estaria pensat per realitzar-lo amb pells vacunes i de cabrit, tot i que únicament s'ha realitzat en pells vacunes.

5.4. Material utilitzat

El material utilitzat al laboratori per poder estudiar aquest sistema de depilat, està basat amb dos instruments bàsics que es troben a qualsevol laboratori químic: l'estufa i el pH-metre.

A continuació s'expliquen quin és el funcionament d'aquests aparells i la seva funció dins del projecte exposat.

5.4.1. Estufa

En gairebé tots els laboratoris on s'analitzin o s'efectuïn proves, es requereix la presència de calor. L'estufa té l'objectiu de proporcionar una font tèrmica, on el seu rang de temperatures està comprès entre la temperatura ambient i els 450°C.

Les funcions principals d'una estufa són:

- Assecatge del material del laboratori
- Treure la humitat de certs reactius químics o mostres
- Processos químics que requereixin calor pel seu òptim procés

Consten normalment de dues cambres: una interna i una externa. La primera té molt bones propietats de conducció de la calor, i l'aire calent circula lliurement en aquesta secció. La calor interna es genera mitjançant un conjunt de resistències elèctriques que transfereixen l'energia tèrmica a la cambra interna. Aquestes resistències es localitzen a la part interior de l'estufa. La calor generada per aquestes resistències es transfereix i es distribueix mitjançant convecció natural o bé forçada (amb ventiladors), i ha de garantir una uniformitat de la temperatura en tot el recinte útil. S'hi localitzen certs prestatges interiors per poder dipositar-hi més material amb un sol ús. Aquesta cambra interna està recoberta per una d'externa, que té la funció d'aïllar l'estufa del medi exterior.

Es requereix la utilització de l'estufa en aquest projecte, ja que es vol trobar la influència de la temperatura amb la maceració del segó.



Il·lustració 19: Estufa de laboratori [Web 9]

5.4.2. pH-metre

És un instrument també molt comú dins del laboratori. Té la finalitat de mesurar l'acidesa o l'alcalinitat d'una dissolució aquosa, és a dir, la concentració de ions $[H^+]$ o $[OH^-]$ respectivament. Es calcula mitjançant l'expressió següent:

$$pH = -\log [H^+]$$

Il·lustració 20: Mesura del pH

Mitjançant el pH-metre pot mesurar de forma precisa i exacte el valor de pH de la dissolució. Aquest aparell calcula la diferència de potencial entre dos elèctrodes: un de referència (generalment de clorur de plata) i un elèctrode de vidre sensible a l'ió hidroxil [H^+].

L'escala de pH va des d'1 (molt àcid) fins a 14 (molt bàsic), però també podem trobar valors per sota o per sobre d'aquests.

S'ha de tenir en compte que el valor de pH està influenciat per la temperatura, per tan alhora de realitzar la mesura s'ha d'intentar realitzar-la sempre al mateix valor per obtenir resultats fiables.

La determinació del pH és un dels procediments analítics més importants i més utilitzats en ciències.

En aquest projecte s'utilitza el pH-metre per mesurar el valor de pH per determinar en quin moment s'arriba a l'oxidació total de la maceració del segó. També es fa servir per estudiar com evoluciona el pH a les solucions basificades de segó.



Il·lustració 20: Mesurador universal de pH [Web 10]

5.5. La maceració

La maceració és un procés d'extracció sòlid-líquid. El producte sòlid (el segó en aquest cas) posseeix una sèrie de compostos, els principis actius, que són solubles amb el líquid extractant.

L'agent extractant, és a dir la fase líquida, acostuma a ser aigua però també es fan servir altres líquids com són alcohols, olis, etc. El temps de maceració pot oscil·lar entre sis hores i varies setmanes o fins i tot mesos⁴.

La naturalesa dels principis actius extrets depenen en molta mesura de la matèria primera utilitzada així com el líquid extractant. Aquest últim, en el cas del segó, es fa servir aigua sense que contingui microorganismes. Per això es fa servir aigua de la xarxa comuna.

Troblem principalment dos tipus, la maceració freda i la maceració amb calor. La primera consisteix amb submergir el producte sòlid o la matèria primera dins del líquid sense l'aplicació de una font de calor externa. Acostuma a ser un procés molt llarg en comparació amb l'altre però té l'avantatge que els principis actius no es desnaturalitzen per efecte d'altres temperatures. Pel que respecta al segon cas és una maceració molt més ràpida, ja que la calor accelera el procés. Per exemple, en el cas de l'extracció de principis actius de plantes medicinals, es pren com a referència que tres mesos de maceració amb fred equivalen a dos setmanes amb el segon tipus. L'inconvenient més provable a l'utilitzar la maceració amb calent es deu el fet de la volatilització o desnaturalització d'alguns principis actius amb la temperatura⁵.

Els principis actius que pot contenir el segó són segurament de naturalesa enzimàtica, per tant són proteïnes segregades per la mateixa pell o per algun microorganisme present en ella

⁴ <http://www.botanical-online.com/maceraciones.htm>

⁵ Bruneton, J. (2001). *Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas Medicinales*. 2ª Ed. Zaragoza: Acribia S. A. *Medicinales y Fitoterapia. Módulo 2. Cultivo de plantas medicinales. Tecnología y Producción.*

Capítol 6. Proves realitzades al laboratori

6.1. Estudi de la temperatura òptima de maceració del segó

PROVA 1

6.1.1. Objectiu

Els dos factors que poden tenir més influència en una maceració són la temperatura a la qual es porta a terme i el temps. Per aquest motiu es va voler realitzar un estudi a quatre temperatures diferents, per tal d'obtenir la temperatura més favorable a la que s'ha de dur a terme la maceració del segó.

Les temperatures que es van establir són les següents:

- A planta pilot, on la temperatura mitjana és de 12-13°C màxim
- Dins del laboratori, on la temperatura mitjana és de 20-22°C màxim
- 40°C dins l'estufa
- 60°C dins l'estufa

6.1.2. Preparació de mostres

Per poder establir una metodologia de treball per tal de preparar les mostres de segó amb aigua sempre a la mateixa concentració. Totes les dissolucions preparades tenien aproximadament la mateixa concentració amb pes, tal com s'especifica a continuació:

$$\frac{40 \text{ grams de segó}}{400 \text{ grams total}} \times 100 = 10\%$$

Es van etiquetar vuit pots de vidre per poder-los identificar i de la concentració corresponent:

$$\text{Pot número I} = \frac{40,02 \text{ g segó}}{401,6 \text{ g total}} \times 100 = 9,97\%$$

$$\text{Pot número II} = \frac{40,06 \text{ g segó}}{400,77 \text{ g total}} \times 100 = 10,00\%$$

$$\text{Pot número III} = \frac{40,33 \text{ g segó}}{401,61 \text{ g total}} \times 100 = 10,04\%$$

$$\text{Pot número IV} = \frac{40,01 \text{ g segó}}{402,1 \text{ g total}} \times 100 = 9,95\%$$

$$\text{Pot número V} = \frac{40,06 \text{ g segó}}{400,77 \text{ g total}} \times 100 = 10,00\%$$

$$\text{Pot número VI} = \frac{40,01 \text{ g segó}}{401,17 \text{ g total}} \times 100 = 9,97\%$$

$$\text{Pot número VII} = \frac{40,02 \text{ g segó}}{400,68 \text{ g total}} \times 100 = 9,99\%$$

$$\text{Pot número VIII} = \frac{40,02 \text{ g segó}}{401,46 \text{ g total}} \times 100 = 9,97\%$$

La distribució de tots aquests pots va ser la següent:

Número de pot	Temperatura de maceració
Pot número I	12/13°C
Pot número II	12/13°C
Pot número III	12/13°C
Pot número IV	20/22°C
Pot número V	20/22°C
Pot número VI	20/22°C
Pot número VII	40°C (dins de l'estufa)
Pot número VIII	60°C (dins de l'estufa)

Taula 2: Distribució de mostres

Com es pot observar es va fer l'estudi per triplicat en els casos on la temperatura pot patir petites variacions, com és el cas dels pots número I, número II i número III (es trobaven a planta pilot) i dels pots número IV, número V i número VI (es localitzaven dins del laboratori). Pel que respecta els pots número VII i número VIII es va realitzar una sola prova, ja que la temperatura dins de l'estufa és constant durant tot el temps que el pot hi resti a dins.

Tanmateix es va voler incloure un termòmetre on es localitzava cada pot, per corroborar la temperatura a què se sotmetien els pots i així anotar qualsevol petita variació.

6.1.3. Procediment

Per poder avaluar aquesta temperatura òptima es va mesurar el pH cada 24 hores fins que aquest estigués estabilitzat. Cal esmentar que com més àcid sigui el valor de pH (aquest comprés entre 1-4) implica que la maceració ha sigut més efectiva i per tant l'oxidació de la matèria orgànica ha sigut completa. En canvi en realitzar la mesura del pH aquest és bàsic (valors majors de 7) es pot arribar a la conclusió que l'oxidació no ha estat completa.

Alhora de calcular el pH s'ha de tenir en compte la temperatura, ja que és una variable que pot influir. Per aquest motiu les dissolucions que es troben a 40 i 60°C es van deixar refredar fins a temperatura ambient. Altres factors que es van tenir present va ser l'aspecte que presentaven les dissolucions, per tenir una idea aproximada de com estaven evolucionant.

La metodologia de treball alhora de calcular el pH en tots els pots va ser la següent:

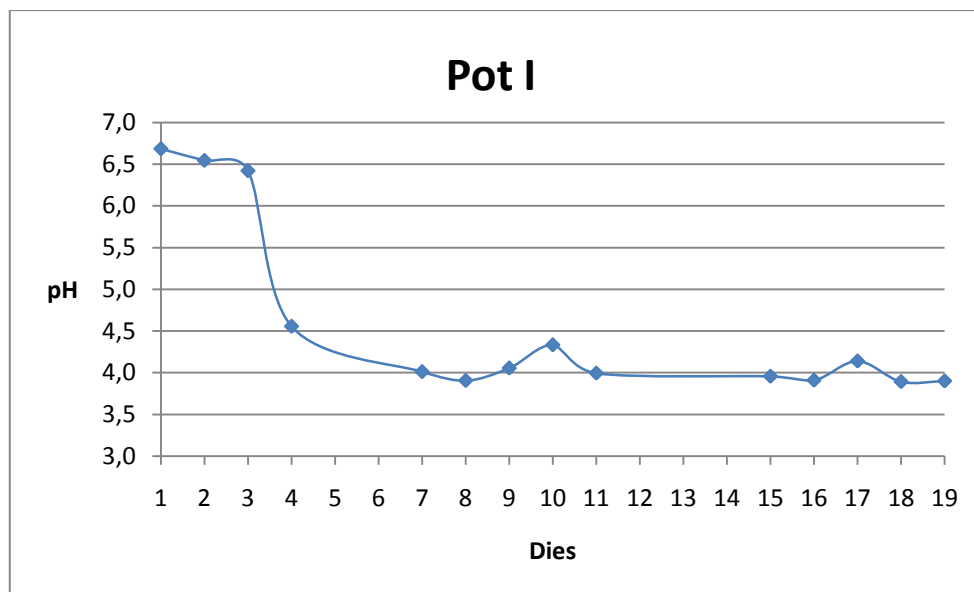
- Calibrar el pH-metre
- Filtrar el contingut del pot corresponent en cada cas fins obtenir un volum apropiat per la mesura
- Deixar refredar els pots que es troben a una temperatura de 40°C i 60°C
- Mesurar el valor de pH
- Tornar al corresponent pot el sobrenedant i el que resta en el filtre

6.1.4. Resultat i discussió

Per una millor visualització dels resultats es mostra a continuació les taules i gràfics corresponents a cada número de pot:

Dies de maceració	pH final	Temperatura	Aspecte de la solució
1	6.685	12/13°C	Molt fosca
2	6.545	12/13°C	Fosca
3	6.421	12/13°C	Fosca
4	4.555	12/13°C	Molt clara i tèrbola
7	4.011	12/13°C	Molt clara i tèrbola
8	3.905	12/13°C	Molt clara i tèrbola
9	4.055	12/13°C	Fosca i tèrbola
10	4.333	12/13°C	Fosca
11	3.994	12/13°C	Fosca
15	3.956	12/13°C	Fosca
16	3.909	15°C	Fosca
17	4.139	14°C	Fosca
18	3.892	13°C	Fosca
19	3.900	13°C	Clara

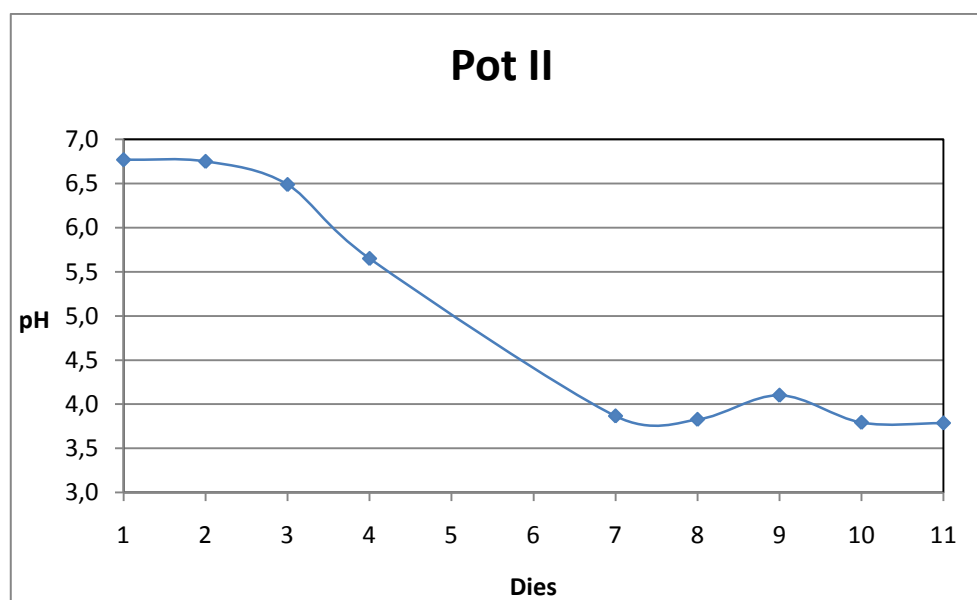
Taula 3: Estudi del pH de maceració a una temperatura mitjana de 12/13°C



Gràfic 1: Evolució del pH de maceració a una temperatura mitjana de 12/13°C

Dies de maceració	pH final	Temperatura	Aspecte de la solució
1	6.769	12/13°C	Fosca
2	6.750	12/13°C	Clara
3	6.488	12/13°C	Fosca
4	5.650	12/13°C	Fosca
7	3.866	12/13°C	Clara
8	3.827	15°C	Clara
9	4.101	14°C	Fosca
10	3.793	13°C	Fosca
11	3.786	13°C	Clara

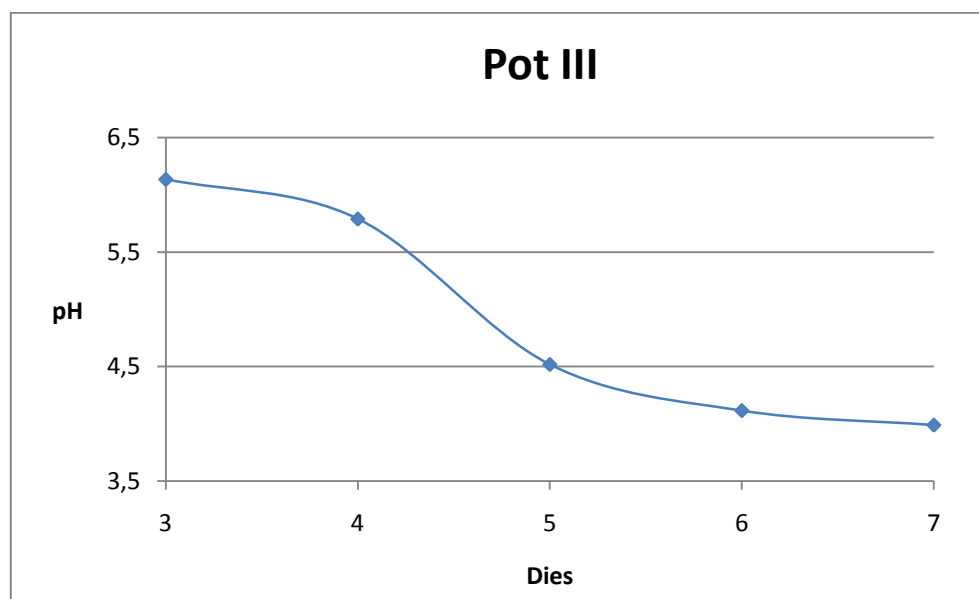
Taula 4: Estudi del pH de maceració a una temperatura mitjana de 12/13°C



Gràfic 2: Evolució del pH de maceració a una temperatura mitjana de 12/13°C

Dies de maceració	pH final	Temperatura	Aspecte de la solució
3	6.136	12/13°C	Molt clara
4	5.790	15°C	Molt clara
5	4.519	14°C	Molt clara
6	4.116	13°C	Molt clara
7	3.990	13°C	Molt clara

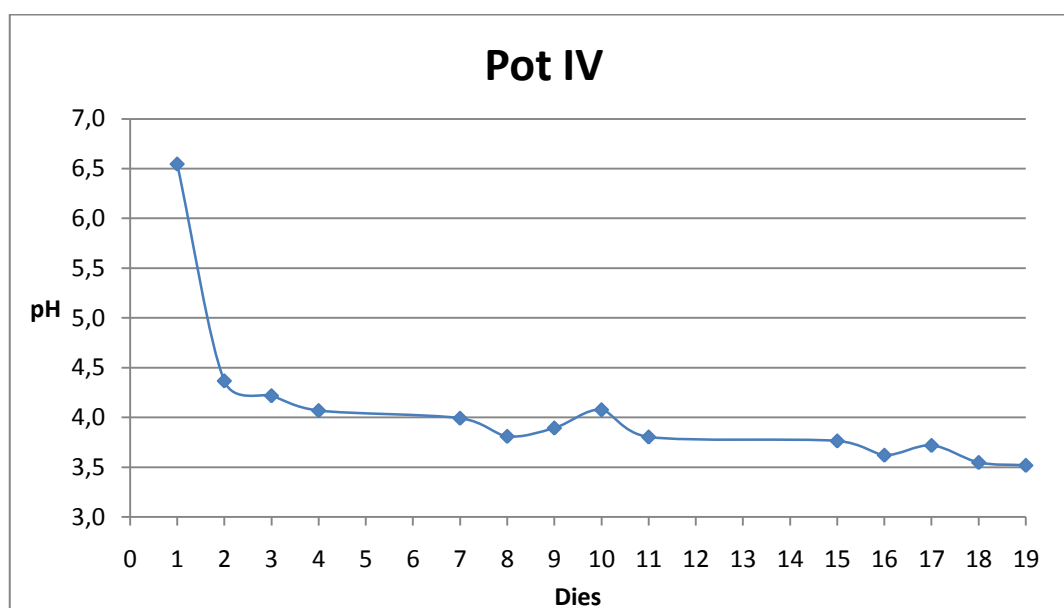
Taula 4: Estudi del pH de maceració a una temperatura mitjana de 12/13°C



Gràfic 3: Evolució del pH de maceració a una temperatura mitjana de 12/13°C

Dies de maceració	pH final	Temperatura	Aspecte de la solució
1	6.544	20/22°C	Fosca
2	4.367	20/22°C	Molt clara
3	4.218	18°C	Molt clara
4	4.069	18°C	Molt clara i tèrbola
7	3.992	15°C	Fosca
8	3.810	15°C	Clara i tèrbola
9	3.894	17°C	Clara i tèrbola
10	4.077	18°C	Fosca
11	3.804	18°C	Molt clara
15	3.764	17°C	Molt clara
16	3.621	17°C	Clara
17	3.719	17°C	Clara
18	3.548	17°C	Clara
19	3.519	18°C	Molt clara

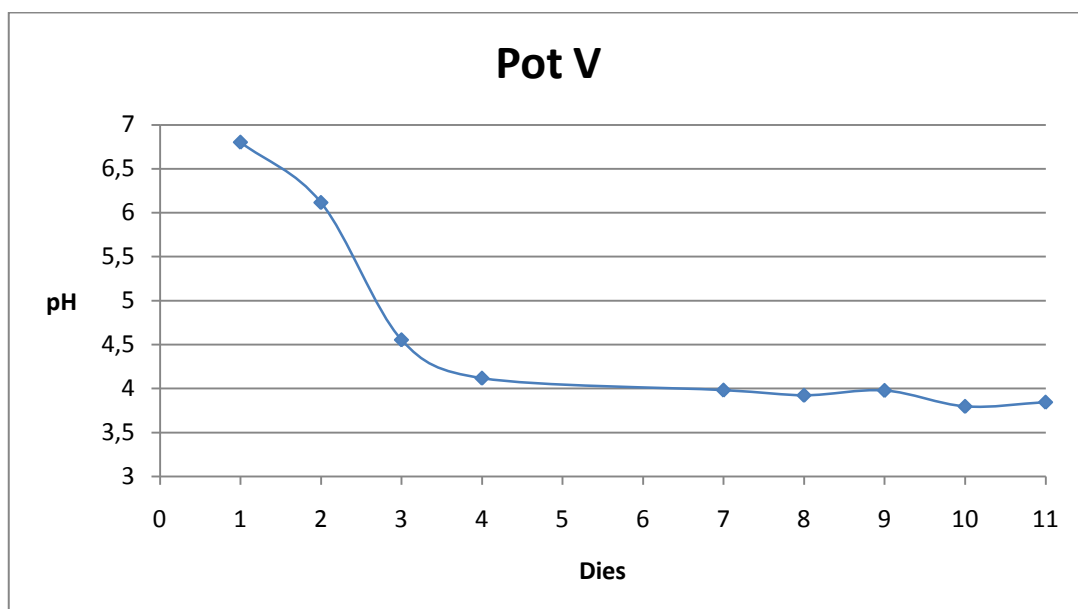
Taula 5: Estudi del pH de maceració a una temperatura mitjana de 20/22°C



Gràfic 4: Evolució del pH de maceració a una temperatura mitjana de 20/22°C

Dies de maceració	pH final	Temperatura	Aspecte
1	6.802	15°C	Fosca
2	6.116	17°C	Clara
3	4.554	18°C	Clara
4	4.118	18°C	Clara
7	3.982	17°C	Clara
8	3.923	17°C	Fosca
9	3.978	17°C	Fosca
10	3.797	17°C	Fosca
11	3.845	18°C	Clara

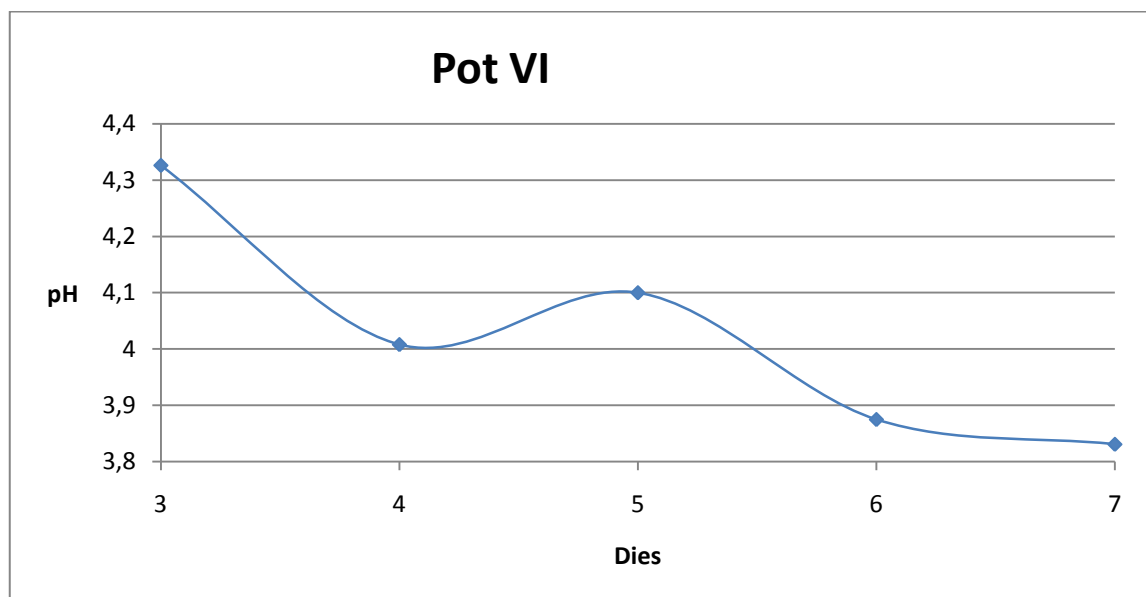
Taula 6: Estudi del pH de maceració a una temperatura mitjana de 20/22°C



Gràfic 5: Evolució del pH de maceració a una temperatura mitjana de 20/22°C

Dies de maceració	pH final	Temperatura	Aspecte de la solució
3	4.326	17°C	Molt clara
4	4.008	17°C	Molt clara
5	4.100	17°C	Molt clara
6	3.875	17°C	Clara
7	3.831	18°C	Molt clara

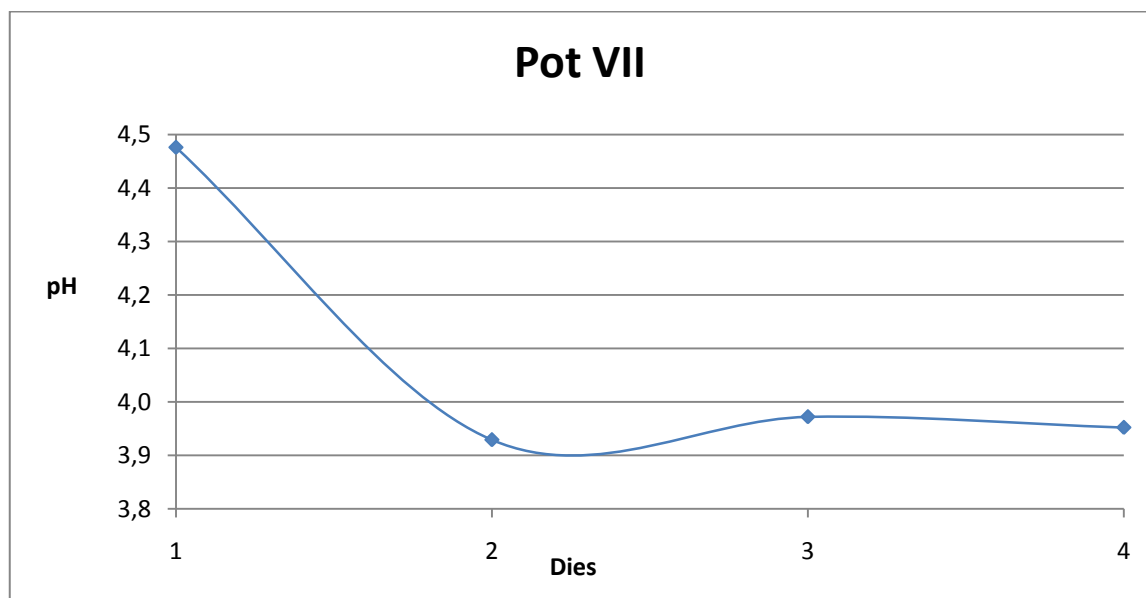
Taula 7: Estudi del pH de maceració a una temperatura mitjana de 20/22°C



Gràfic 6: Evolució del pH de maceració a una temperatura mitjana de 20/22°C

Dies de maceració	pH final	Temperatura	Aspecte de la solució
1	4.476	40°C	Molt clara
2	3.929	40°C	Molt clara
3	3.972	40°C	S'ha tornat tota fosca. Possible oxidació total
4	3.952	40°C	Fosca. Possible oxidació total

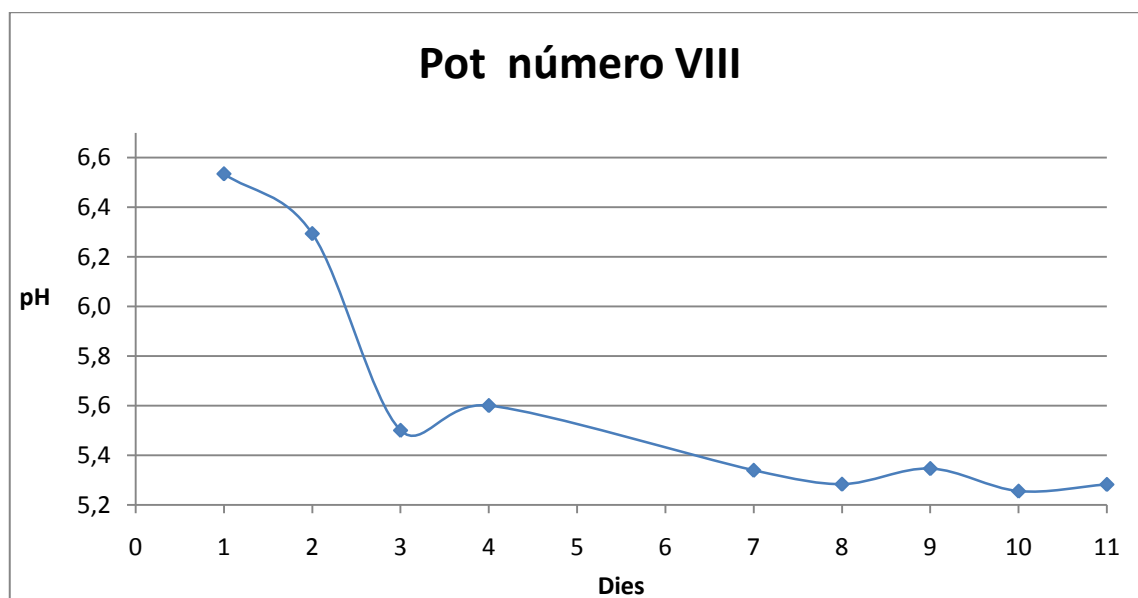
Taula 8: Estudi del pH de maceració a 40°C



Gràfic 6: Evolució del pH de maceració a 40°C

Dies de maceració	pH total	Temperatura	Aspecte de la solució
1	6.534	60°C	Fosca i tèrbola
2	6.293	60°C	Clara
3	5.500	60°C	Fosca i tèrbola
4	5.600	60°C	Molt fosca
7	5.339	60°C	Fosca
8	5.283	60°C	Fosca
9	5.346	60°C	Fosca
10	5.255	60°C	Fosca
11	5.282	60°C	Fosca

Taula 9: Estudi del pH de maceració a 60°C



Gràfic 7: Evolució del pH de maceració a 60°C

Es pot observar la tendència que a una temperatura de 40°C el pH s'estabilitza al voltant de 2 dies, arribant a valors relativament molt baixos (al voltant de 4). Aquest canvi d'aspecte al llarg dels dies podria indicar que durant la maceració la matèria orgànica ha patit una oxidació, gràcies a l'efecte de la temperatura. Per tant amb aquesta temperatura els processos que s'hi puguin desenvolupar, per exemple una possible segregació d'enzims, són òptims.

Pel que respecta a 60°C no es pot dir el mateix, ja que arriben a passar fins a 11 dies de maceració i el valor del pH inicial respecte el final no ha variat gaire: hi ha una diferència de 1,2 respectivament. L'aspecte de la solució al llarg del temps podria indicar, a diferència del pot que va estar a una temperatura de 40°C, que l'oxidació de la matèria orgànica no va ser completa. I el més probable es que amb valors de temperatura tan elevats, els enzims pateixin una desnaturalització de la seva estructura, i per tant no són efectius.

Els resultats obtinguts a una temperatura de 20-22°C indiquen que la maceració també ha sigut efectiva, però amb l'inconvenient de què ha trigat 4 dies a assolir aproximadament el mateix valor de pH que a temperatura de 40°C.

Les proves realitzades a planta pilot amb la temperatura més baixa (12-13°C) indiquen que el procés de maceració és el més lent, havent d'esperar fins a 7 dies per arribar a valors de pH al voltant de 4.

6.1.5. Conclusions

Un cop s'ha analitzat detalladament els resultats anteriors, s'arriba a una conclusió final: la temperatura òptima de maceració del segó seria al voltant de 40°C, pel fet que s'arriba a l'estabilització del pH en menys temps (2 dies).

Els resultats obtinguts al laboratori (amb una temperatura 15-20°C) es consideren acceptables, ja que el valor de pH arriba al voltant de 4 encara que l'estabilització sigui en 4 dies.

Per això es decideix agafar les dues temperatures (40°C i 15-20°C respectivament) com a temperatures òptimes de maceració del segó. Per tant totes a partir d'ara les proves que es realitzaran es faran amb aquestes temperatures.

6.2. Estudi de l'influència del pH a la solució depilant

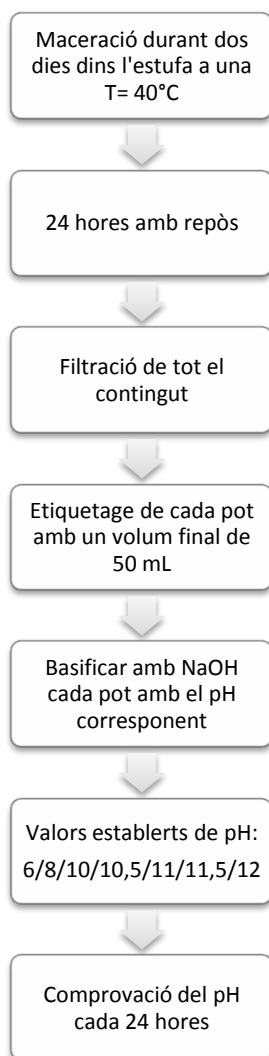
PROVA 2

6.2.1. Objectiu

Es procedeix a estudiar com evoluciona el pH en l'afegir hidròxid sòdic de concentració coneguda (48,6%) a les solucions obtingudes de la maceració del segó.

Es porta a terme la maceració d'uns pots dins l'estufa a 40°C i d'uns altres a temperatura ambient (entre 15-20°C) amb els dies corresponents per cada un. Es deixen amb repòs 24 hores i el dia posterior s'addiciona la base. A partir d'aquell moment es mesura el pH cada dia.

A continuació es pot visualitzar un esquema del mètode utilitzat, i els valors de pH que s'han establert alhora d'addicionar la base:



6.2.2. Preparació de mostres

Es preparen quatre pots, de la mateixa concentració en pes (10%), dos d'ells corresponen a la maceració del segó a 40°C dins l'estufa i els altres dos a temperatura ambient (15-20°C). Les concentracions corresponents a cada pot són les següents:

$$\text{Pot número A} = \frac{40,07 \text{ g segó}}{402 \text{ g total}} \times 100 = 9,97\%$$

$$\text{Pot número B} = \frac{40,43 \text{ g segó}}{404,49 \text{ g total}} \times 100 = 10,00\%$$

$$\text{Pot número 1} = \frac{40,27 \text{ g segó}}{402,68 \text{ g total}} \times 100 = 10,00\%$$

$$\text{Pot número 2} = \frac{39,98 \text{ g segó}}{403,09 \text{ g total}} \times 100 = 9,92\%$$

Els dos primers es col·loquen dins l'estufa, i els altres dos es deixen a temperatura ambient al laboratori.

6.2.3. Procediment

Un cop s'ha finalitzat la maceració corresponent a cada pot, al cap de 24 hores, s'ha procedit a la seva filtració. El volum total entre els dos primers (pot A i pot B) és de 400 ml aproximadament i es reparteixen 50 ml en vuit vasos de precipitats. Es repeteix la mateixa operació amb els altres dos restants (pot 1 i pot 2).

La basificació es porta a terme amb hidròxid sòdic de concentració coneguda (48,6%) amb l'ajuda d'una bureta i del pH-metre per tenir controlat el pH final de cada solució resultant. Un cop va finalitzar la basificació dels vasos de precipitats corresponents, es va precedir a calcular el pH cada 24 hores.

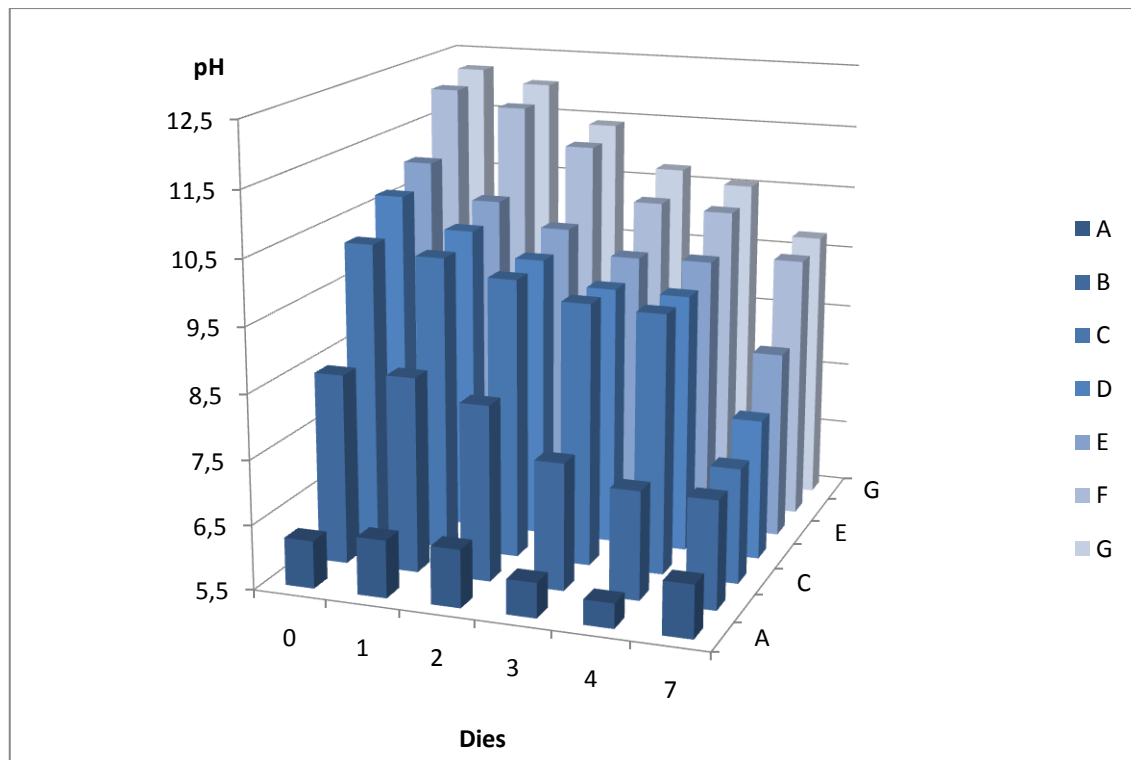
6.2.4. Resultats i discussió

A continuació s'exposen els resultats obtinguts de l'estudi de l'evolució del pH de la solució depilant un cop aquesta s'ha li ha afegit hidròxid sòdic.

S'ha volgut afegir una columna a les dues taules on s'hi mostra el resultat de la diferència entre el pH final obtingut el mateix dia que es van basificar i el pH al cap de set dies en tots els vasos de precipitats.

Temperatura de 40°C				Volum (mL)	Evolució de pH					
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final		1 dia	2 dies	3 dies	4 dies	7 dies	Diferència
A	4.175	6	6.238	50	6.390	6.393	6.040	5.883	6.317	-0.079
B	4.175	8	8.457	50	8.528	8.222	7.466	7.176	7.173	1.284
C	4.190	10	10.206	50	10.086	9.846	9.577	9.523	7.281	2.925
D	4.276	10.5	10.725	50	10.259	9.890	9.530	9.513	7.682	3.043
E	4.255	11	11.048	50	10.502	10.139	9.767	9.791	8.417	2.631
F	4.317	11.5	12.054	50	11.816	11.246	10.412	10.341	9.644	2.410
G	4.278	12	12.229	50	12.033	11.417	10.748	10.556	9.778	2.451

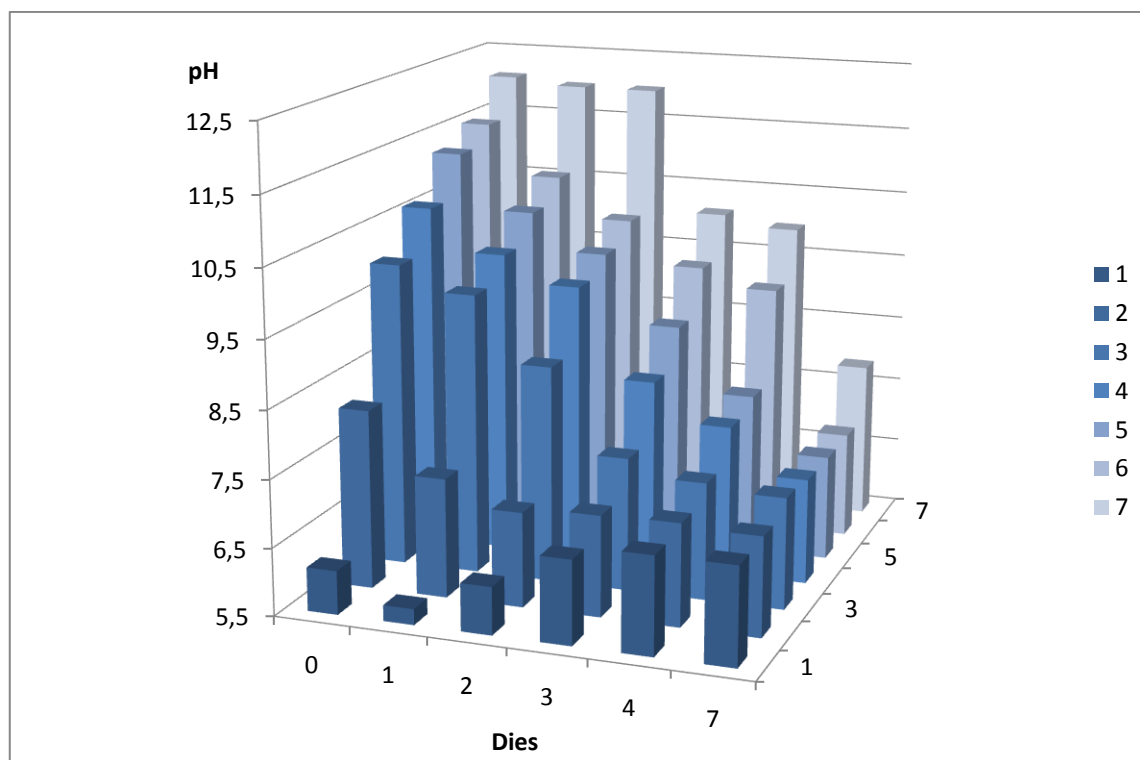
Taula 10: Estudi del pH de la solució depilant basificada a 40°C



Gràfic 8: Evolució del pH de la solució depilant basificada a 40°C

Temperatura ambient: entre 15-20°C				Volum (mL)	Evolució de pH					
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final		1 dia	2 dies	3 dies	4 dies	7 dies	Diferència
1	3.815	6	6.147	50	5.735	6.205	6.742	6.945	6.947	-0.800
2	3.795	8	8.153	50	7.266	6.901	6.993	7.020	6.969	1.184
3	3.815	10	10.019	50	9.670	8.712	7.476	7.239	7.151	2.868
4	3.894	10.5	10.627	50	10.014	9.622	8.295	7.731	7.063	3.564
5	3.783	11	11.243	50	10.420	9.866	8.842	7.880	7.059	4.184
6	3.799	11.5	11.512	50	10.751	10.150	9.500	9.238	7.074	4.438
7	3.817	12	12.088	50	11.991	11.991	10.103	9.946	7.841	4.247

Taula 11: Estudi del pH de la solució depilant basificada a temperatura ambient



Gràfic 9: Evolució del pH de la solució basificada a temperatura ambient

Es pot observar una clara tendència en gairebé tots els casos, d'una disminució de tots els valors de pH a excepció del pots A i 1 en què la diferència es negativa. Però no es disposa de la suficient informació per explicar a que podria ser degut.

En el primer cas (40°C) la diferència entre el pH al cap de set dies i el pH mesurat el dia de la basificació no és tan brusca com en el segon cas.

6.2.5. Conclusions

Els vasos de precipitats que partien d'un pH de basificació més elevat són també els que el valor de pH també disminueix més. Aquest fet s'observa amb les dues temperatures corresponents.

En la prova 1 s'havia decidit realitzar totes les proves amb les dues temperatures, ja que els valors de pH eren molt semblants un cop la maceració havia finalitzat. Però amb aquesta prova s'observa que un cop s'ha basificat les solucions amb les dues temperatures l'evolució del pH al llarg del temps és diferent. A temperatura ambient el pot que té un valor més alt de pH el dia de la seva basificació (12,5) hi ha una diferència de 4 valors al cap de 7 dies. En el cas de temperatura de 40°C és de 2,5 valors de pH aproximadament.

Com que el mecanisme químic no es coneix amb profunditat, es decideix procedir totes les proves experimentals posteriors a una temperatura de 40°C.

6.3. Estudi de l'influència del pH a la solució depilant en afegir un tros de pell

PROVA 3

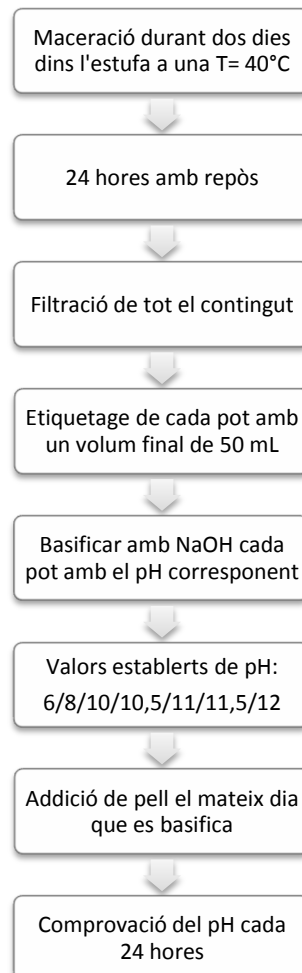
6.3.1. Objectiu

Es procedeix a estudiar com evoluciona el pH en l'afegir hidròxid sòdic de concentració coneguda (48,6%) a les solucions, obtingudes de la maceració del segó, en addicionar al mateix dia trossos de pell vacuna. Els valors de pH són els mateixos que en la prova 2.

Es vol comprovar si la pell influeix de manera significativa en l'evolució del pH. Per aquest motiu es comprova cada 24 hores.

El remull dels trossos de pell utilitzats amb aquesta prova es van realitzar un dia abans de la seva addició a les solucions.

A continuació es pot visualitzar un esquema del mètode utilitzat:



6.3.2. Preparació

Tots els pots utilitzats amb aquesta prova, tenen la mateixa concentració de un 10% amb pes, com en les proves 1 i 2.

6.3.3. Procediment

Un cop s'ha finalitzat la maceració corresponent a cada pot, al cap de 24 hores, s'ha procedit a la seva filtració, basificació i addició de la pell vacuna remullada del dia anterior. La basificació també es porta a terme amb bureta manual (prova 2) i amb l'ajuda del pH-metre per poder saber el valor de pH final de cada pot.

A diferència de la prova anterior aquest anàlisi es va fer per duplicat. Ja que durant uns dies el valor del pH no es podia mesurar. Es el cas del quart, cinquè i sisè dia respectivament.

En aquest cas es va realitzar la prova per duplicat, ja que quedaven alguns dies que no es podia mesurar el pH. Com és el cas del quart, cinquè i sisè dia respectivament.

Es volia comprovar el temps mínim que havia de restar la pell dintre de la solució basificada de segó per poder arrencar-li el pèl. Per aquest motiu els pots que estaven etiquetats de l'1 al 8 es van observar per si s'arrencava pèl. Es va anotar les observacions pertinents (veure taula 14) en cada cas. Els dies següents solament es va mesurar el pH un altre cop.

6.3.4. Discussió i resultats

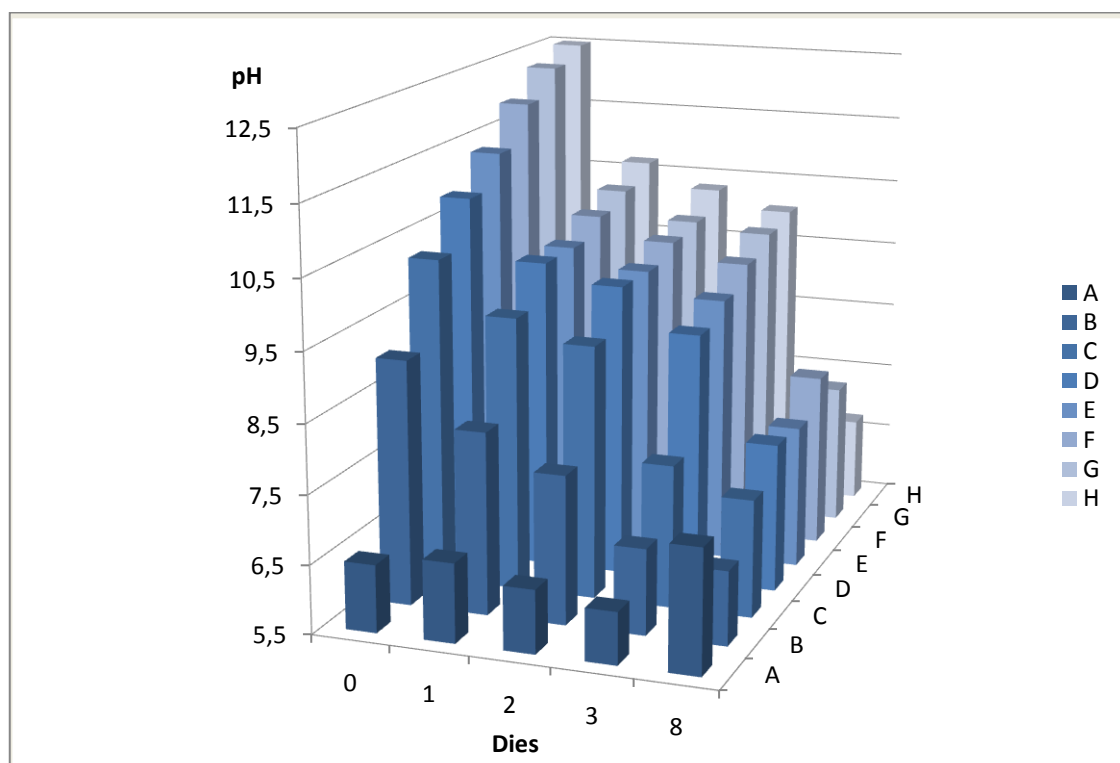
A continuació s'exposen els resultats obtinguts de l'estudi de l'evolució del pH de la solució depilant un cop aquesta s'ha li ha afegit hidròxid sòdic i la pell al mateix dia.

S'ha volgut afegir, també en aquest cas, una columna a les dues taules on s'hi mostra el resultat de la diferència entre el pH al cap de set dies i el pH final obtingut el mateix dia que es van basificar tots els vasos de precipitats.

Els resultats de les dues proves s'observen a continuació:

Temperatura de 40°C				Volum (mL)	Evolució de pH				
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final		1 dia	2 dies	3 dies	8 dies	Diferència
A	4.021	6	6.483	50	6.650	6.420	6.257	7.293	-0.810
B	3.995	8	9.066	50	8.153	7.661	6.748	6.575	2.491
C	4.129	10	10.236	50	9.489	9.188	7.579	7.209	3.027
D	4.169	10.5	10.893	50	10.029	9.776	9.168	7.665	3.228
E	4.142	11	11.351	50	10.016	9.748	9.402	7.588	3.763
F	4.142	11.5	11.907	50	10.258	9.942	9.695	8.042	3.865
G	4.144	12	12.293	50	10.434	10.028	9.919	7.562	4.731
H	4.153	12.5	12.534	50	10.676	10.313	10.044	6.727	5.807

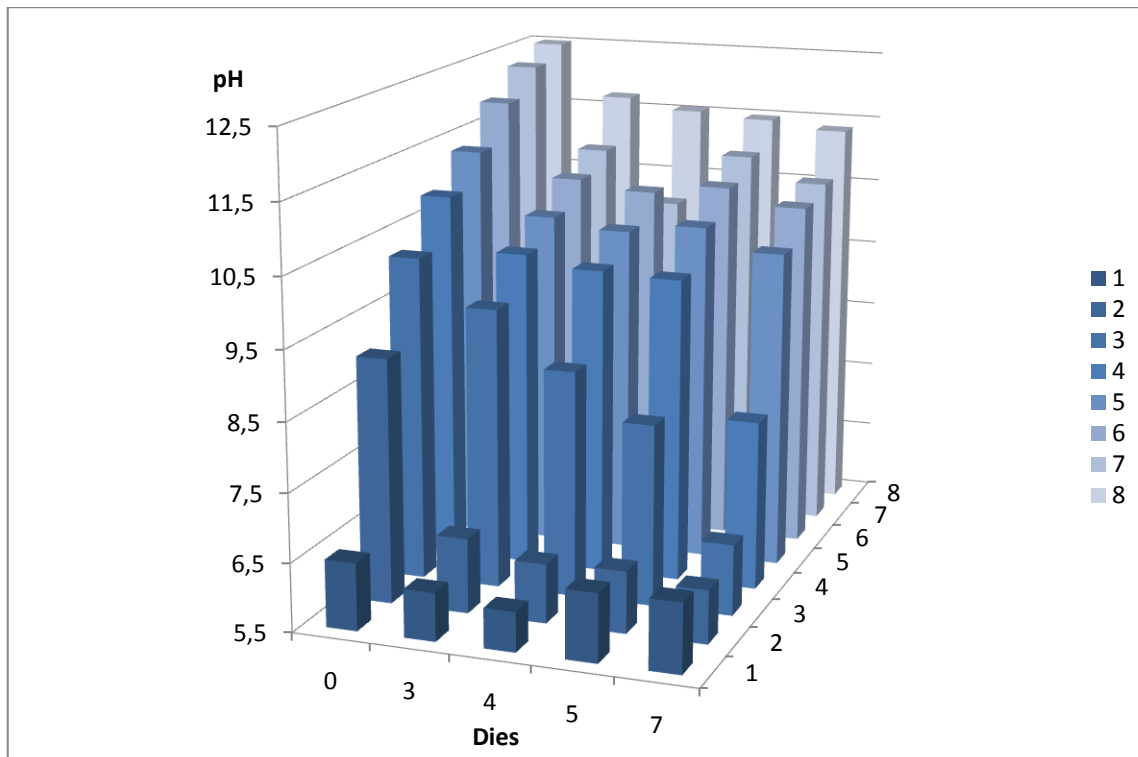
Taula 12: Estudi del pH de la solució depilant basificada amb addició de pell a 40°C



Gràfic 10: Evolució del pH de la solució depilant basificada amb addició de pell

Temperatura de 40°C				Volum (mL)	Evolució de pH				
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final		3 dies	4 dies	5 dies	7 dies	Diferència
1	3.746	6	6.483	80	6.201	6.079	6.494	6.512	-0.029
2	3.714	8	9.066	80	6.590	6.360	6.401	6.278	2.788
3	3.714	10	10.236	80	9.590	8.797	8.143	6.536	3.700
4	3.688	10.5	10.893	80	10.134	9.986	9.945	7.974	2.919
5	3.463	11	11.351	80	10.451	10.321	10.464	10.159	1.192
6	3.481	11.5	11.907	80	10.809	10.688	10.833	10.606	1.301
7	3.673	12	12.293	80	11.056	10.295	11.097	10.754	1.539
8	3.693	12.5	12.534	80	11.707	11.553	11.480	11.371	1.163

Taula 13: Estudi del pH de la solució depilant basificada amb addició de pell



Gràfic 11: Evolució del pH de la solució depilant basificada amb addició de pell

Temperatura de 40°C				Observacions de l'estat del pèl i pell quan han passat cinc dies	Valor de pH
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final		
1	3.746	6	6.483	No s'arrenca gens el pèl Possible podridura de la pell	6.494
2	3.714	8	9.066	No s'arrenca gens el pèl Possible podridura de la pell	6.401
3	3.714	10	10.236	No s'arrenca gens el pèl Possible podridura de la pell	8.143
4	3.688	10.5	10.893	No s'arrenca gens el pèl Possible podridura de la pell	9.945
5	3.463	11	11.351	S'arrenca pèl però amb l'ajuda de molta força	10.464

6	3.481	11.5	11.907	S'arrenca pèl però amb l'ajuda de molta força	10.833
7	3.673	12	12.293	El pèl s'arrenca amb molta facilitat S'obté una pell neta	11.097
8	3.693	12.5	12.534	El pèl s'arrenca amb molta facilitat. S'obté una pell neta	11.480

Taula 14: Observacions de l'estat del pèl al cinquè dia posterior a la seva basificació

S'observa la mateixa tendència de disminució del pH que en el cas anterior. A excepció dels pots A i 1 que el seu valor augmenta respecte a el dia que es van basificar, i no se sap a què es degut. Els pots que es partia d'un pH igual o superior de 10,5, la disminució no és tan brusca respecte a els altres pots.

Cal esmentar que en el cas de la primera taula s'observa una disminució de pH molt acusat, però el mecanisme químic/enzimàtic que hi ocorre no se sap amb certesa.

Pel que respecta a l'observació del pèl al cap de cinc dies posteriors a la seva basificació, es descobreix que aquest s'arrenca molt fàcilment i sembla que el teixit epidèrmic s'elimina al mateix temps. La tendència aquesta sembla que es dona en els pots de valor de pH igual o superior a 12. Els altres pots sembla que la pell estigui molt propensa a podrir-se i que la solució depilant no actuï amb aquests valors de pH.

6.3.5. Conclusions

Un cop s'ha analitzat les taules anteriors es podria concloure que el temps mínim perquè s'arrenqui pèl estaria sobre sis dies amb total. Es diu sis i no pas cinc perquè s'ha de tenir en compte el mateix dia en què es posa la pell a la solució basificada.

6.4. Estudi de l'influència del pH a la solució depilant amb addició de pell però deixant-la reposar

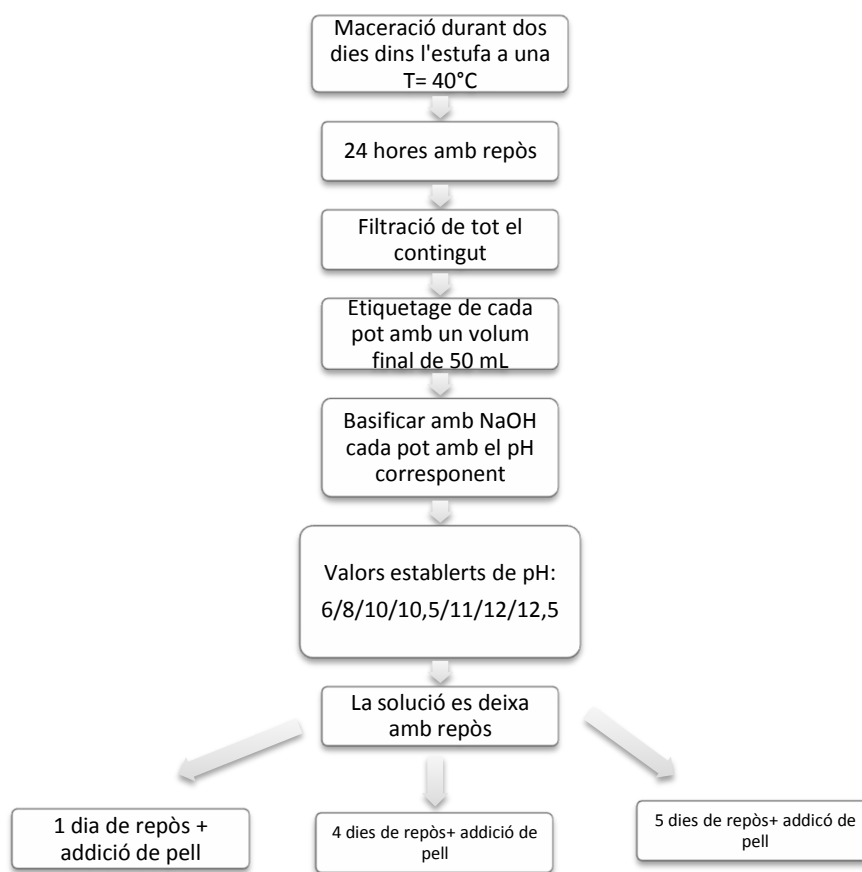
PROVA 4

6.4.1. Objectiu

En aquesta prova es procedeix a estudiar com evoluciona el pH en afegir hidròxid sòdic de concentració coneguda (48,6%) a les solucions, obtingudes de la maceració del segó, al·l addicionar a diferents dies la pell vacuna. A diferència de la prova 3, que es basificava i s'inseria la pell al mateix dia, en aquest cas la pell es posa al cap d'un cert temps.

Aquest temps són al cap d'un, quatre i cinc dies respectivament. Igualment es mesura el valor de pH cada 24 hores.

L'esquema dels tres procediments és el següent:



6.4.2. Preparació de mostres

Tots els pots utilitzats tenen la mateixa concentració aproximada d'un 10% amb pes, com en totes les proves anteriors.

6.4.3. Procediment

La diferència d'aquesta prova respecte a l'anterior és el moment en què s'insereix la pell, ja que la solució basificada es deixa reposar. També es vol comprovar el temps mínim que es necessita amb aquest tipus de procediment per poder depilar les pells. Per això es va procedir a saber si es necessitaven sis dies en total, com en el cas anterior, per poder arrencar pèl.

És a dir, amb la solució que es deixa un temps de solament d'un dia de repòs el pèl es va mirar al cap de cinc dies. La pell que es va inserir al cap de quatre dies de repòs, el pèl es va mirar els dos dies posteriors. Pel que respecta a la solució en què la pell es va posar al cinquè dia de repòs l'estat del pèl es va mirar al cap d'un dia.

Primer dia de repòs (Addició de pell)	Observació del pèl i de la pell al cap cinc dies
Quart dia de repòs (Addició de pell)	Observació del pèl i de la pell al cap de 48 hores
Cinquè dia de repòs (Addició de pell)	Observació del pèl al cap de 24 hores

Taula 14: Dies establerts de repòs de la solució depilant un cop basificada

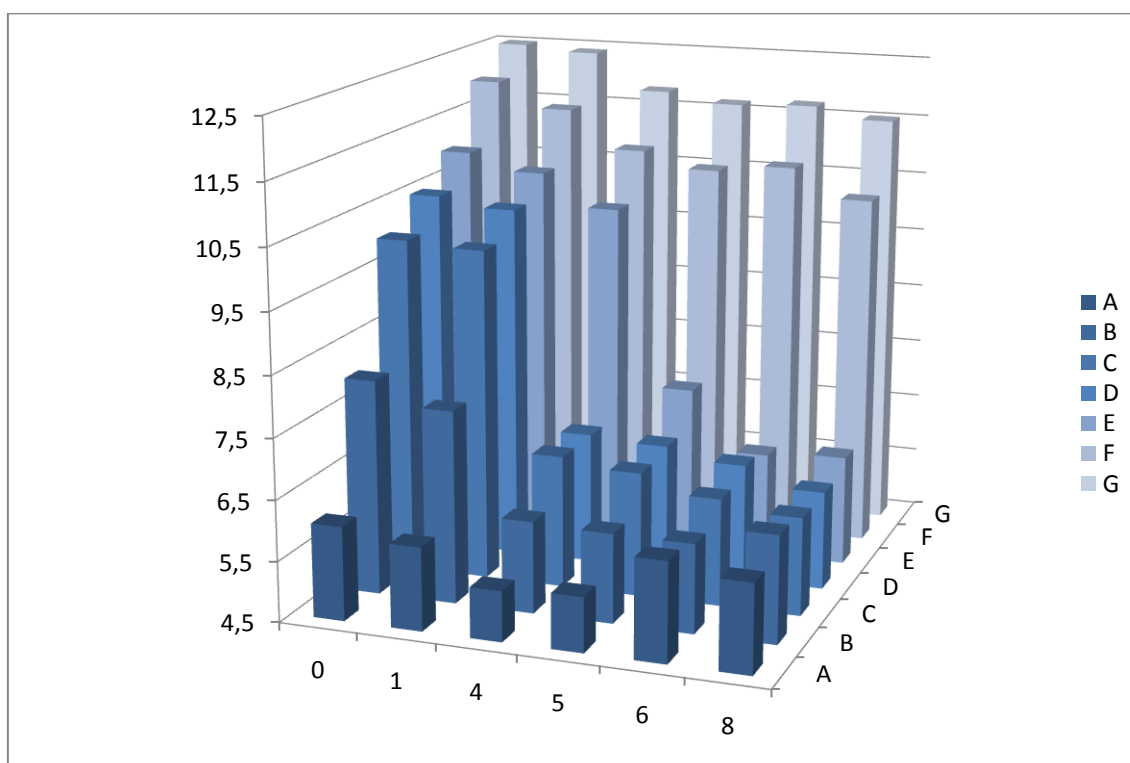
El remull dels trossos de pell, en tots els casos, es va fer un dia previ a inserir-la a la solució depilant. I sempre sota les mateixes condicions de bany i temperatura.

6.4.4. Discussió i resultats

Seguidament s'observen les taules corresponents així com l'estat del pèl en cada un dels tres casos:

Temperatura de 40°C					Mesura del pH al 1r dia de repòs	Evolució de pH al 1r dia de repòs				
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final	Volum (mL)		4t dia	5è dia	6è dia	8è dia	Diferència
A	3.851	6	6.050	80	5.872	5.330	5.402	6.138	5.963	- 0.087
B	3.752	8	8.048	80	7.684	6.015	5.976	5.970	6.269	1.779
C	3.839	10	10.041	80	9.976	6.691	6.560	6.275	6.120	3.921
D	3.752	10.5	10.515	80	10.374	6.685	6.624	6.438	6.128	4.387
E	3.793	11	11.015	80	10.746	10.216	7.223	6.228	6.322	4.693
F	4.166	12	12.025	80	11.614	10.983	10.725	10.856	10.387	1.638
G	3.566	12.5	12.511	80	12.413	11.802	11.645	11.694	11.511	1

Taula 15: Estudi del pH de la solució depilant al cap de cinc dies de repòs



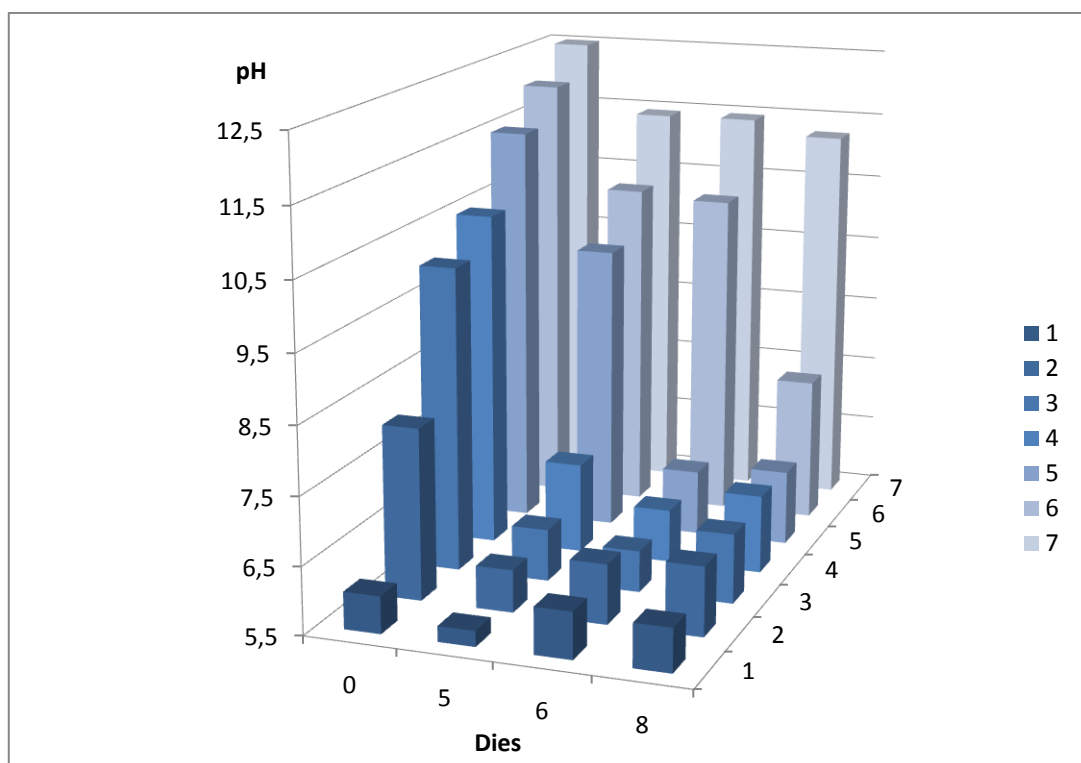
Gràfic 12: Evolució del pH de la solució depilant amb un dia de repòs

Primer dia de repòs, T= 40°C					Observacions de l'estat del pèl i de la pell quan han passat cinc dies	Valor de pH
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final	pH a l'inserir la pell		
A	3.851	6	6.050	5.872	No s'arrenca gens de pèl Pell inflamada Possible podridura	5.402
B	3.752	8	8.048	7.684	No s'arrenca gens de pèl Pell inflamada Possible podridura de la pell	5.976
C	3.839	10	10.041	9.976	S'arrenca pèl degut a la possible podridura	6.560
D	3.752	10.5	10.515	10.374	S'arrenca pèl degut a la possible podridura	6.624
E	3.793	11	11.015	10.746	S'arrenca pèl però amb l'ajuda de molta força	7.223
F	4.166	12	12.025	11.614	El pèl s'arrenca amb molta facilitat. S'obté una pell neta	10.725
G	3.566	12.5	12.511	12.413	El pèl s'arrenca amb molta facilitat. S'obté una pell neta	11.645

Taula 16: Observacions de l'estat del pèl al cap de cinc dies

Temperatura de 40°C					pH al 4t dia de repòs	Evolució de pH al 4t dia de repòs			
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final	Volum (mL)		5è dia	6è dia	8è dia	Diferència
1	3.851	6	6.050	80	-	5.730	6.188	6.143	-0.093
2	3.752	8	8.048	80	-	6.127	6.384	6.524	1.524
3	3.839	10	10.041	80	-	6.272	6.115	6.530	3.511
4	3.752	10.5	10.515	80	-	6.840	6.288	6.662	3.853
5	3.793	11	11.515	80	-	9.785	6.467	6.612	4.903
6	4.166	12	12.025	80	-	10.466	10.386	7.644	4.381
7	3.566	12.5	12.511	80	-	11.434	11.448	11.237	1.274

Taula 17: Estudi del pH de la solució depilant al cap de quatre dies de repòs



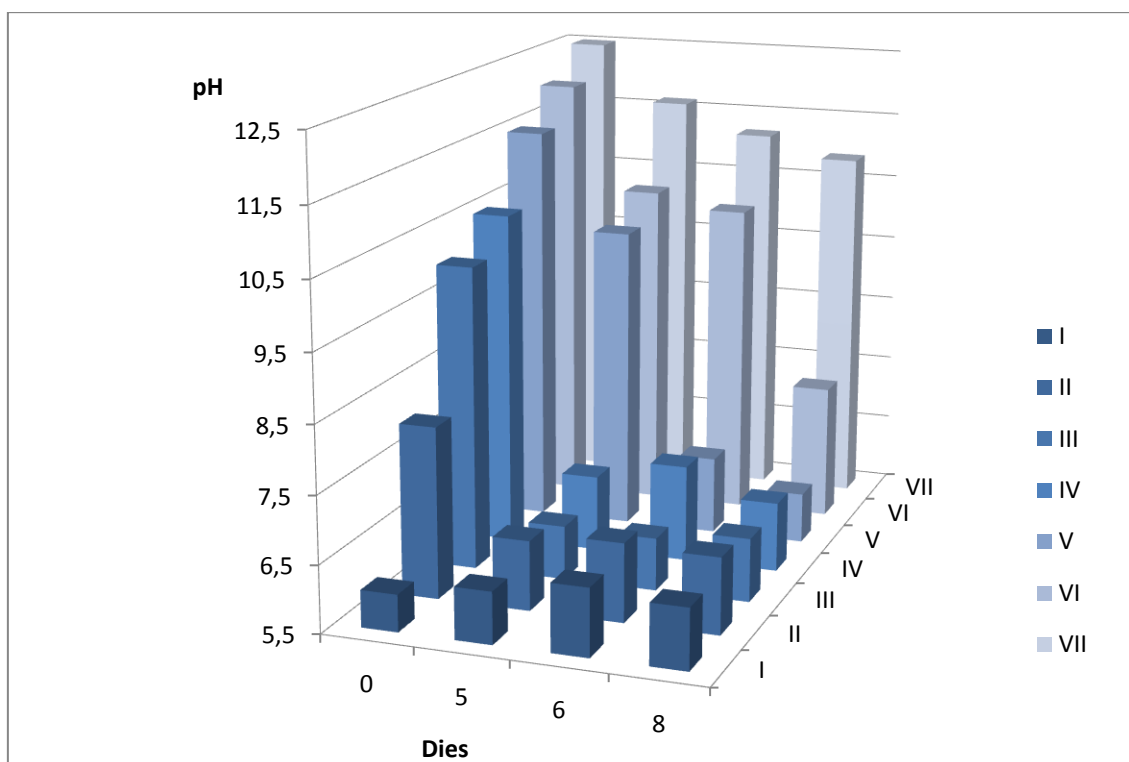
Gràfic 13: Evolució del pH de la solució depilant amb quatre dies de repòs

Quart dia de repòs, T = 40°C					Observacions de l'estat del pèl i de la pell quan han passat dos dies	Valor de pH
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final	pH a l'inserir la pell		
1	3.851	6	6.050	-	No s'arrenca gens de pèl Presenta inflamament. Possible podridura de la pell	6.188
2	3.752	8	8.048	-	No s'arrenca gens de pèl Presenta inflamament. Possible podridura de la pell	6.384
3	3.839	10	10.041	-	S'arrenca pèl degut a la possible podridura de la pell	6.115
4	3.752	10.5	10.515	-	S'arrenca pèl degut a la possible podridura de la pell	6.288
5	3.793	11	11.015	-	S'arrenca pèl però amb l'ajuda de molta força	6.467
6	4.166	12	12.025	-	El pèl s'arrenca amb molta facilitat. S'obté una pell neta	10.386
7	3.566	12.5	12.511	-	El pèl s'arrenca amb molta facilitat. S'obté una pell neta	11.448

Taula 18: Observacions de l'estat del pèl al cap de dos dies

Temperatura de 40°C					Mesura del pH al 5è dia de repòs	Evolució de pH al 5è dia de repòs		
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final	Volum (mL)		6è dia	8è dia	Diferència
I	3.851	6	6.050	80	6.270	6.503	6.401	-0.151
II	3.752	8	8.048	80	6.534	6.669	6.632	1.416
III	3.839	10	10.041	80	6.301	6.283	6.443	3.598
IV	3.752	10.5	10.515	80	6.632	6.940	6.533	3.982
V	3.793	11	11.515	80	10.064	6.656	6.247	5.268
VI	4.166	12	12.025	80	10.434	10.224	7.523	4.502
VII	3.566	12.5	12.511	80	11.622	11.184	10.878	1.633

Taula 19: Estudi del pH de la solució depilant al cap de cinc dies de repòs



Gràfic 14: Evolució del pH de la solució depilant amb cinc dies repòs

Cinquè dia de repòs, T = 40°C					Observacions de l'estat del pèl i de la pell quan ha passat un dia	Valor de pH
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final	pH a l'inserir la pell		
I	3.851	6	6.050	6.270	No s'arrenca gens de pèl Possible podridura de la pell	6.503
II	3.752	8	8.048	6.534	No s'arrenca gens de pèl Possible podridura de la pell	6.669
III	3.839	10	10.041	6.301	No s'arrenca gens de pèl Possible podridura de la pell	6.283
IV	3.752	10.5	10.515	6.632	S'arrenca pèl degut a la possible podridura de la pell	6.940
V	3.793	11	11.015	10.064	S'arrenca pèl però amb l'ajuda de molta força	6.656
VI	4.166	12	12.025	10.434	El pèl s'arrenca amb molta facilitat. S'obté una pell neta	10.224
VII	3.566	12.5	12.511	11.622	El pèl s'arrenca amb molta facilitat. S'obté una pell neta	11.184

Taula 20: Observacions de l'estat del pèl al cap de un dia

Es pot observar en tots els pots una disminució del pH al llarg del temps. El salt més brusc es troba, en moltes ocasions, al vuitè dia. Com ja s'ha explicat anteriorment aquest canvi químic/enzimàtic no se sap amb certesa. A partir d'un pH de basificació inferior o igual a 11, en tots els pots s'observa que el pH disminueix fins a valors que oscil·len entre 5-6.

Pel que respecta a l'estat del pèl i del teixit epidèrmic, s'observa que la solució depilant es efectiva a valors de pH igual o superior a 12. Amb aquests dos valors de pH al llarg del temps no disminueixen tant com els altres.

En la resta de pots la solució depilant no actua de la mateixa manera, fent que el pèl no s'arrenqui de la mateixa manera que en el cas anterior. I en moltes ocasions la pell està inflamada i molt propensa a podrir-se.

Es va causar un error al quart dia de repòs, ja que no es va mesurar el pH al dia que s'inseria la pell.

6.4.5. Conclusions

La conclusió que s'extreu d'analitzar els resultats anteriors, és que es necessiten també un total de sis dies, com a mínim, en total per poder arrencar el pèl de manera efectiva de la pell. El teixit epidèrmic també es va eliminar.

Els valors de pH en què la solució depilant actua d'una manera millor continuen sent els més alts: 12 i 12,5. Aquests tenen uns valors molt propensos entre 10-10,5 el dia en què es mirava si el pèl s'arrencava.

Així doncs, no hi ha cap diferència significativa entre basificar i posar la pell al mateix dia que inserint-la al llarg dels dies posteriors a la basificació dels pots de segó.

6.5. Estudi del temps mínim perquè la solució sigui efectiva basificant-la i afegint un tros de pell al mateix dia

PROVA 5

6.5.1. Objectiu

En proves anteriors s'ha determinat el temps mínim necessari per poder pelar les pells, amb els dos mètodes: inserir la pell el mateix dia que es basifica la solució depilant o bé al llarg dels dies. En tots dos casos s'ha determinat un temps total de sis dies.

Amb el primer mètode, és a dir basificant la solució i posant la pell al mateix dia, es vol determinar la quantitat de dies màxims que han de passar perquè s'arrenqui el pèl i l'epidermis.

Els llistats de pH de cada solució són sempre els mateixos, que abasten de 6 fins a 12,5.

6.5.2. Preparació de mostres

En aquest cas es van utilitzar solament tres pots de la mateixa concentració, d'un 10% en pes.

6.5.3. Procediment

Un cop s'ha finalitzat la maceració corresponent a cada pot, al cap de 24 hores, s'ha procedit a la seva filtració, basificació i addició de la pell vacuna remullada del dia anterior. La basificació també es porta a terme amb bureta manual (com en el cas anterior) i amb l'ajuda del pH-metre per poder saber el valor de pH final de cada pot.

En aquest cas solament es va realitzar una sola prova, i el remull dels trossos de pell es va realitzar el dia anterior a la seva addició.

L'estat del pèl i del teixit epidèrmic es va comprovar al cap de dos dies. També es va anotar l'estat del pH al cap d'aquest temps.

6.5.4. Discussió i resultats

A continuació s'exposa la taula amb les observacions de l'estat del pèl en cada pot:

Temperatura de 40°C				Volum (mL)	Observacions de l'estat del pèl i de la pell quan han passat dos dies	Valor de pH
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final			
A	4.066	6	6.174	80	No s'arrenca gens de pèl No presenta senyals d'inflament de la pell	5.289
B	3.968	8	8.048	80	No s'arrenca pèl Possible podridura de la pell a causa de la mala olor	6.748
C	3.785	10	10.558	80	No s'arrenca gens de pèl Pell inflamada	9.457
D	3.716	10.5	10.224	80	No s'arrenca gens de pèl Pell inflamada	5.857
E	4.050	11	11.219	80	S'arrenca pèl però amb l'ajuda de molta força Inflament de la pell	6.347
F	3.910	11.5	11.887	80	S'arrenca pèl amb l'ajuda de molta força	11.185
G	4.179	12	12.014	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat. S'obté una pell neta	11.380
H	4.239	12.5	12.505	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat. S'obté una pell neta	11.681

Taula 21: Observacions de l'estat del pèl al cap de dos posteriors a la seva basificació

Els resultats de la taula anterior mostren que la solució depilant ha actuat de manera molt eficaç al cap de solament dos dies d'haver inserit la pell. Ja que el pèl s'arrenca amb molta facilitat i l'epidermis ha quedat eliminada.

Amb els pots que es partia d'un pH bàsic igual o major que 11,5 la disminució dels valors del pH no es tan acusada com en els altres pots. Pel que respecta aquests últims la solució depilant no ha actuat, ja que l'estat de la pell està inflamada i segurament molt propensa a podrir-se.

6.5.5. Conclusions

La solució depilant arrenca solament el pèl que es troba amb el valor del pH més elevat, corresponent als pots G i H. Després de dos dies d'haver basificat tots els pots es conclou que amb dos dies que la pell estigui en contacte amb la solució depilant aquesta ja actua. I amb el temps el resultat no millora.

6.6. Estudi del temps mínim perquè la solució sigui efectiva basificant-la i afegint un tros de pell al mateix dia

PROVA 6

6.6.1. Objectiu

Es vol determinar la quantitat de dies màxims que ha de restar la pell dins de la solució depilant perquè sigui efectiva, tenint en compte que es deixa amb repòs després de la seva basificació un cert temps.

Els temps establerts han sigut d'un, dos, tres i sis dies respectivament. Així doncs, es vol comprovar si es millora el resultat de la prova anterior.

6.6.2. Preparació de mostres

En tots els pots utilitzats en aquesta prova tenien aproximadament el 10% en pes, com en totes les proves anteriors.

6.6.3. Procediment

En aquesta prova el procediment utilitzat és deixar la solució depilant un cert temps després de la seva basificació, i s'insereix la pell els mateixos dies que s'han establert anteriorment.

Una taula resum seria la següent:

Primer dia de repòs (Addició de pell)	Observació del pèl al cap de 24 hores
	Observació de l'estat del pèl al cap de 48 hores
Segon dia de repòs (Addició de pell)	Observació del pèl al cap de 24 hores
Tercer dia de repòs (Addició de pell)	Observació del pèl al cap de 24 hores
Sisè dia de repòs (Addició de pell)	Observació del pèl al cap de 24 hores

Taula 22: Dies establerts de repòs de la solució depilant un cop basificada

6.6.4. Resultats i discussió

A continuació es mostren les taules corresponents a cada procediment utilitzat, amb les observacions del pèl i del pH en cada cas:

Primer dia de repòs, T= 40°C					Volum (mL)	Observacions de l'estat del pèl i pell quan han passat un dia	Valor de pH
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final	pH a l'inserir la pell			
A	3.815	6	6.059	6.147	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	4.630
B	3.813	8	8.117	8.265	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	6.153
C	3.699	10	10.088	10.241	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	9.935
D	3.920	10.5	10.540	10.569	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	10.263
E	3.793	11	11.359	11.569	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	10.919
F	3.786	11,5	11.830	11.759	80	S'arrenca pèl però amb l'ajuda de molta força	11.238
G	4.195	12	12.134	12.189	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat S'obté una pell neta	11.554
H	3.983	12.5	12.599	12.667	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat S'obté una pell neta	12.104

Taula 22: Observacions de l'estat del pèl quan han passat 24 hores després

Primer dia de repòs, T= 40°C					Volum (mL)	Observacions de l'estat del pèl i pell quan han passat dos dies	Valor de pH
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final	pH a l'inserir la pell			
A	3.815	6	6.059	6.147	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	4.714
B	3.813	8	8.117	8.265	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	6.233
C	3.699	10	10.088	10.241	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	7.471
D	3.920	10.5	10.540	10.569	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	6.087
E	3.793	11	11.359	11.569	80	S'arrenca pèl però amb l'ajuda de molta força. Pell inflamada	10.934
F	3.786	11.5	11.830	11.759	80	S'arrenca pèl però amb l'ajuda de molta força Pell inflamada	11.483
G	4.195	12	12.134	12.189	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat. S'obté una pell neta	11.521
H	3.983	12.5	12.599	12.667	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat S'obté una pell neta	12.283

Taula 23: Observacions de l'estat del pèl quan han passat dos dies

Segon dia de repòs, T= 40°C					Volum (mL)	Observacions de l'estat del pèl i pell quan han passat un dia	Valor de pH
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final	pH a l'inserir la pell			
A	4.009	6	6.138	4.584	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	4.701
B	4.196	8	8.338	5.703	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	5.130
C	4.576	10	10.225	7.136	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	5.702
D	4.060	10.5	10.778	10.667	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	5.635
E	4.036	11	11.043	11.038	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	7.638
F	4.083	11,5	11.672	11.547	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	11.465
G	4.029	12	12.074	12.058	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat S'obté una pell neta	11.747
H	4.046	12.5	12.553	12.530	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat. S'obté una pell neta	12.391

Taula 24: Observacions de l'estat del pèl quan han passat 24 hores de l'addició de la pell

Tercer dia de repòs, T= 40°C					Volum (mL)	Observacions de l'estat del pèl i pell quan ha passat un dia	Valor de pH
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final	pH a l'inserir la pell			
A	4.101	6	6.108	5.581	80	No s'arrenca gens el pèl Possible podridura de la pell	5.848
B	3.958	8	8.225	6.146	80	No s'arrenca gens el pèl Possible podridura de la pell	6.310
C	4.110	10	10.131	6.038	80	No s'arrenca gens el pèl Possible podridura de la pell	5.760
D	4.260	10.5	10.615	10.344	80	No s'arrenca gens el pèl Possible podridura de la pell	6.560
E	4.334	11	11.157	9.608	80	No s'arrenca gens el pèl Possible podridura de la pell	6.292
F	4.295	11.5	11.576	10.828	80	S'arrenca pèl però amb l'ajuda de molta força. Ni podridura ni inflament de la pell	6.844
G	4.134	12	12.153	11.543	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat S'obté una pell neta	10.682
H	4.392	12.5	12.563	12.282	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat S'obté una pell neta	11.686

Taula 25: Observacions de l'estat del pèl un cop han passat un dies de l'addició de la pell

Sisè dia de repòs, T= 40°C					Volum (mL)	Observacions de l'estat del pèl i pell quan ha passat un dia	Valor de pH
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final	pH a l'inserir la pell			
A	4.101	6	6.108	5.932	80	No s'arrenca gens de pèl. La pell no presenta podridura però si inflament	6.068
B	3.958	8	8.225	6.653	80	No s'arrenca gens de pèl La pell no presenta podridura però si inflament	6.734
C	4.110	10	10.131	5.752	80	No s'arrenca gens de pèl La pell no presenta podridura però si inflament	5.964
D	4.260	10.5	10.615	7.394	80	No s'arrenca gens de pèl La pell no presenta ni podridura ni inflament	6.506
E	4.334	11	11.157	6.027	80	No s'arrenca gens de pèl La pell no presenta ni podridura ni inflament	6.269
F	4.295	11.5	11.576	9.153	80	No s'arrenca gens de pèl Ni podridura ni inflament de la pell	6.504
G	4.134	12	12.153	10.674	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat S'obté una pell neta	11.747
H	4.392	12.5	12.563	11.579	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat S'obté una pell neta	11.547

Taula 26: Observacions de l'estat del pèl quan han passat 24 hores de l'addició de la pell

Es pot observar que els pots que es parteix d'un pH més elevat al llarg dels dies no disminueix tant bruscament com en els altres pots. En gairebé tots els pots que es partia d'aquests valors (12 i 12,5 respectivament) la diferència és igual o menor que una unitat de pH. En els altres pots sempre es segueix la tendència de disminució dels valors de pH.

El pèl i el teixit epidèrmic sempre s'arrenca amb molta facilitat amb els pots que tenen un pH més alcalí.

6.6.5. Conclusions

Amb comparació amb la prova anterior, en què es basificava i s'introduïa la pell al mateix dia, els resultats han sigut molt semblants. La solució depilant és efectiva sempre amb els pots que es parteix d'un pH bàsic més alt (12 i 12,5 respectivament). Entre aquests dos valors, la pell no presenta diferències entre el pèl ja que tant aquest pèl com el teixit epidèrmic s'eliminen.

Pel que fa referència al pH sempre segueix la tendència de disminució, però amb els pots en què el pèl s'arrenca els valors no disminueixen tan com els altres pots.

Esmentar que els pots en què s'havien deixat la solució durant tres dies de repòs i en què es va mirar el pèl al cap d'un dia posterior a la introducció de la pell, els resultats són els mateixos que deixant la solució depilant solament un dia de repòs.

La solució depilant es efectiva en tots els temps de repòs establerts. En el primer cas, el primer dia de repòs, el temps total perquè el pèl s'arrenqui és de dos dies perquè s'ha de tenir en compte tot el procés. És a dir, el temps que es deixa amb repòs un cop la solució s'ha basificat i el temps que es triga a mirar l'estat del pèl. En el cas del segon dia de repòs el temps total és de tres dies. I és de quatre i de set dies en el tercer i sisè dia de repòs respectivament.

Es pot concloure que no hi ha diferències entre utilitzar un mètode que un altre, ja sigui basificant i posant la pell remullada al mateix dia o deixant-la en repòs i posteriorment introduir la pell, els resultats sempre són els mateixos.

6.7. Estudi de l'efecte depilant de les solucions al cap de 22 dies

PROVA 7

6.7.1. Objectiu

En aquesta prova es vol observar si les maceracions de segó basificades i deixades reposar durant un temps establert continuen sent efectives al cap de molt temps. Més concretament al cap de 22 dies. L'addició de la pell vacuna remullada es realitza al mateix

Per tant el procediment utilitzat és el mateix que en la prova 6, però el temps de repòs canvia.

6.7.2. Preparació de mostres

Els pots utilitzats en aquesta prova tenien la mateixa concentració en pes que en la resta de proves anteriors.

6.7.3. Procediment

En aquesta prova, es va seguir el mateix mètode que en la prova 6. Com en totes les proves anteriors es va realitzar la maceració durant dos dies a 40°C. Els pots es van deixar 24 hores en repòs i es van basificar el dia posterior amb els mateixos intervals de pH.

Les solucions basificades es van deixar durant 22 dies en repòs i al mateix dia es va inserir trossos de pell vacuna remullada. Les observacions del pèl es van observar al cap de 24 hores d'haver inserit la pell.

El remull dels trossos de pell es va fer el dia posterior a l'addició a les solucions basificades, i sempre sota les mateixes condicions de temps i temperatura.

6.7.4. Resultat i discussió

A continuació s'exposa la taula corresponent amb els resultats obtinguts amb aquesta prova:

22 dies amb repòs, T = 40°C						Observacions de l'estat del pèl i pell quan ha passat un dia	Valor de pH
Pot	pH inicial	pH esperat	pH final	pH a l'inserir la pell	Volum (mL)		
A	4.101	6	6.108	8.990	80	No s'arrenca gens de pèl Ni inflamament ni podridura	8.635
B	3.958	8	8.225	9.510	80	No s'arrenca gens de pèl Ni inflamament ni podridura	9.459
C	4.110	10	10.131	9.376	80	No s'arrenca gens de pèl Ni inflamament ni podridura	9.121
D	4.260	10.5	10.615	8.582	80	No s'arrenca gens de pèl Ni inflamament ni podridura	8.374
E	4.334	11	11.157	8.858	80	No s'arrenca gens de pèl Ni inflamament ni podridura	8.519
F	4.295	11.5	11.576	9.017	80	No s'arrenca gens de pèl Ni inflamament ni podridura	8.672
G	4.134	12	12.153	9.284	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat S'obté una pell neta	8.976
H	4.392	12.5	12.563	9.807	80	El pèl s'arrenca amb molta facilitat S'obté una pell neta	9.586

Taula 27: Observacions de l'estat del pèl quan han passat 24 hores de l'addició de la pell

Es pot observar que els valors de pH al llarg de 22 dies han disminuït tots entre valors compresos entre 8,5 i 9,8. Al cap d'un dia d'haver inserit la pell els valors de pH tendeixen a baixar però no és un canvi molt brusc, que no arriba a una unitat de pH.

El pèl s'arrenca com en les proves fetes anteriors i el teixit epidèrmic sembla que també s'elimini: amb els pots que es parteix de valors de pH més elevats (12 i 12,5 respectivament).

6.7.5. Conclusions

Al cap de 22 dies d'haver basificat les solucions corresponents, la solució depilant continua sent efectiva al cap de molt de temps. El temps total, més concretament, és de 23 dies en total. El pèl s'arrenca i el teixit epidèrmic sembla que també amb els pots que tenen un valor de pH de basificació de 12 i 12,5. Tal com demostrava l'experiència en totes les proves fetes anteriors.

Conclusions i recomanacions

Per tal d'aconseguir l'objectiu fixat al principi d'aquest projecte s'han seguit els passos següents:

- Estudi de la temperatura òptima del procés de maceració del segó.
- Basificació de les solucions obtingudes de la maceració del segó. Els intervals de pH anaven des de 6 fins 12,5. En aquest moment s'estudiava l'evolució del pH al llarg dels dies analitzant-lo cada 24 hores.
- Estudi de l'evolució del pH de les solucions basificades de segó però amb la diferència que s'inseria un tros de pell. El valor del pH també s'analitzava cada 24 hores.
- Estudi del temps mínim que ha de restar la pell dins de la solució basificada. En aquest procediment es basificava i s'addicionava el tros de pell vacuna remullada al mateix dia.
- Estudi del temps mínim que ha de restar la pell perquè s'arrenqui el pèl utilitzant el procediment de basificar les solucions i deixant-les un cert temps amb repòs. Després d'haver establert els dies de repòs corresponents en cada cas (un, quatre i cinc dies respectivament) s'inseria la pell vacuna remullada.
- Estudi del temps màxim que pot restar la pell dins de la solució basificada de segó perquè el pèl i el teixit epidèrmic s'eliminïn. És a dir, utilitzant els dos procediments anteriors (inserir la pell al mateix dia que es basifiquen les solucions o bé addicionant la pell al cap d'un cert temps d'haver basificat les solucions) es vol determinar si la solució depilant es efectiva en menys temps del que s'ha determinat en proves anteriors.
- Estudi de l'efecte depilant de les solucions al cap de 22 dies d'haver basificat.

Dels resultats obtinguts en les proves realitzades, se'n desprenen les següents conclusions finals. És important recordar que totes aquestes conclusions són tendències, ja que és un projecte portat a terme a escala de laboratori no pas a escala pre-industrial. I en aquest últim poden variar diferents factors, tals com la maquinària utilitzada i el tipus de pell.

1. El mètode del depilat utilitzat en aquest projecte és una alternativa al depilat clàssic.

2. La temperatura de maceració del segó és de 40°C durant dos dies, ja que els valors de pH s'estabilitzen al voltant de 4 a partir d'aquest moment.
3. A temperatura ambient (entre 20/22°C màxim) la maceració del segó també és efectiva amb aquesta temperatura, ja que pot arribar a valors de pH iguals que amb la temperatura de 40°C però fins a quatre dies.
4. En basificar les solucions obtingudes de la maceració del segó amb els intervals establerts en cada cas i estudiar el pH cada 24 hores amb les dues temperatures (40°C i temperatura ambient) els resultats no són els mateixos. S'observa que un cop s'ha basificat les solucions amb les dues temperatures l'evolució del pH al llarg del temps és diferent. Per aquest motiu totes les proves es realitzen amb una temperatura de 40°C, ja que la diferència entre el pH final i el valor del pH el dia que es basificava és menor.
5. Amb el mètode de basificar i addicionar la pell vacuna remullada al mateix dia, el temps perquè el pèl s'arrenqui amb certa facilitat és de dos dies posteriors a la seva basificació. Per tan dona un temps total de tres perquè la solució depilant sigui efectiva utilitzant aquest procediment.
6. L'altre mètode utilitzat és basificar les solucions obtingudes de la maceració del segó i deixar-les un temps establert amb repòs abans d'addicionar els trossos de pell. S'han fet proves amb un, dos, tres, quatre, cinc i sis dies de repòs. El millor resultat s'observa amb el primer cas, ja que el cap de 24 hores d'haver inserit la pell, la solució depilant actua de manera eficaç. Podent arrencar el pèl i eliminant el teixit epidèrmic amb un temps total de dos dies.
7. La solució depilant solament actua arrencant bé el pèl en les solucions que es parteix de un pH bàsic igual o superior a 12. Això ocorre en els dos mètodes utilitzats.
8. Pel que respecta a les solucions basificades amb un pH inferior a 12 la solució depilant no actua, ja que o bé la pell es podreix o li costa molt d'arrencar el pèl.
9. Inclús després d'haver passat un temps de 22 dies d'ençà que es van basificar les solucions, aquestes arrenquen el pèl i eliminen el teixit epidèrmic al cap de 24 hores d'haver inserit la pell.

En aquest projecte s'ha estudiat un procés alternatiu al depilat tradicional. Malauradament, però, no s'ha pogut investigar a fons totes les qüestions relacionades amb l'esmentat procés. Existeixen diversos aspectes sobre els quals convindria aprofundir i que suposarien un considerable avenç en el coneixement i la millora del procés. Les recomanacions són les següents:

- Identificació de l'enzim i de la font que prové

Una anàlisi més acuradament durant la maceració del segó podria donar lloc a la identificació de l'enzim que permet poder depilar amb aquest mètode. Aquest fet és important, ja que donaria lloc a entendre millor els processos químics i biològics que es porten a terme.

- Portar a terme les investigacions a escala pre-industrial

Aquest projecte és escala de laboratori. Per tant s'haurien de fer les mateixes proves que en aquest projecte, però dins del bombo per tal de provar si les solucions són efectives amb l'efecte mecànic del bombo.

- Estudiar la viabilitat econòmica del procés

Actualment el segó, al ser un subproducte, els seus valors de mercat són econòmics. Però s'ha d'estudiar si tot el procés és viable econòmicament

Agraïments

L'elaboració d'aquest projecte Final de Grau no hauria estat possible gràcies a l'esforç i la dedicació de certes persones que tenen el meu reconeixement.

En primer lloc, a l'Esther Bartolí i el Josep Maria Morera per donar-me l'oportunitat de realitzar aquest projecte. Gràcies per confiar amb mi, m'he omplert de coses molt valuoses gràcies a vosaltres.

A tota la meva família que com sempre està al meu costat sense que jo els hi demani. Però en especial a la meva germana Carola. Gràcies per guiar-me, aconsellar-me, escoltar-me i per ajudar-me en aquest camí tan tortuós.

Bibliografia

Llibres

[Adzet 1985]

Adzet, J.M. i altres. *Química técnica de teneria*. Igualada. Ed. Romanyà, 1985 (pàg. 653)

[Adzet 1995]

Adzet, J.M. *Tecnología del cuero*. Barcelona. Ed. Cíceros, 1995 (pàg. 3,5)

[Bacardit 2000]

Bacardit, A. *Sistemes ecològics d'adobament al crom*. Tesi doctoral, UB, Departament d'Enginyeria Química i Metal·lúrgica, 2005

[Bacardit i Ollé 2002]

Bacardit, A i Ollé, L. *Maquinària de curtidos*. Igualada. Ed. EUETII-ESAI, 2002 (pàg.19)

[Bartolí 2000]

Bartolí, E. *Depilant oxidant en medi bàsic i amb recirculació de banys*. Tesi doctoral, UB, Departament d'Enginyeria Química i Metal·lúrgica, 2000

[Bienkiewitch 1983]

Bienkiewitch, K. *Physical chemistry of leather making*. Malabar: Robert E. Krieger Publishing Co. Inc. 1985 (pàg. 78, 79, 89-91)

[Centelles 2005]

Centelles, M. *Millors tècniques disponibles en la indústria de l'adobament*. Barcelona. Ed. Generalitat de Catalunya, 2003 (pàg. 17,26)

[Cuello 1996]

Cuello, J. *Biología*. Sabadell. Ed. Barcanova, 1996

[Curtex-Basf 1973]

Curtex-Basf. *Conversaciones técnicas sobre fabricación de piel vacuna para empeine*. Octubre 1973

[Degrémont 1979]

Degrémont, D.L. *Manual técnico del agua*. Bilbao. Ed. Artes gráficas Grijelmo, 1979. (pàg. 938)

[Ebner 1992]

Ebner, L. *Sistema de depilat i llibre de sulfur i calç*. Igualada. Symposium internacional de curtición al cromo, 1992

[Gratacos 1962]

Garatacos, E. *Tecnología química del cuero*. Barcelona. Ed. Emporium, 1962. (pàg.103)

[Heidemann 1993]

Heideman, E. *Fundamentals of Leather Manufacturing*. Ed. Roetherdruc, 1993 (pàg. 188, 189, 190, 192, 193)

[Lehninger 1985]

Lehninger, A. *Principios de bioquímica*. Barcelona. Ed. Omega, 1985 (pàg. 173-178, 1982)

[Lestage 1986]

Lestage, A. *Techniques d'analyse des eaux résiduaires industrielles*. Lío. Centre Technique cuir chaussure marroquinerie, 1986 (pàg. 35)

[Morera 1994]

Morera, J.M. *Adobament mixt vegetal-zinc*. Tesi doctoral, UB, Departament d'Enginyeria Química i Metal·lúrgica, 1995.

[Morera 2000]

Morera, J.M. *Química Técnica de Curtición*. Igualada. Ed. EUETII-ESAI, 2000. ISBN 84-931837-0-9

(Pàg. 1, 4,27,15, 155)

[O'Flaherty 1956]

O'Flaherty, F i altres. *The chemistry and technology of leather*. Nova York. Ed. Reinhold publishing corporation, 1956 (pàg. 257)

[Rivera 1988]

Rivera, A i otros. *Manual histológico de piel animal*. México. Centro de Investigación y Asistencia Tecnológica del Estado de Guanajuato, 1988

[Rogers 1961]

Allen, R. *Fabricación de cueros y pieles*. Barcelona. Ed. Ossó, 1961 (pàg.12)

[Soler 2008]

Soler, J. *Procesos de curtidos*. Igualada. Ed. EUETII-ESAI, 2008 (pàg. 69)

[Thorstensen 1993]

Thorstensen, T.C. *Practical leather technology*. Florida. Ed. Krieger Publishing Co. Inc. 1993 (pàg.291)

[Tutiven 2011]

Tutiven, R. *Estudio de un pelambre reductor-oxidante*. Treball final de grau, UPC, Escola d'Enginyeria d'Igualada, 2011

[Trautmann 1950]

Trautmann, A. *Histologia y anatomia microscópica comparada de los animales domésticos*. Barcelona. Ed. Labor, 1950

[Williams 1986]

Williams, P.L. i Warwitsch, R. *Gray anatomía*. Barcelona. Ed. Salvat, 1985 (pàg. 1332, 1941)

Articles

[Ahmad 2010]

Ahmad, M. *Effect of irrigation techniques on wheat production and water saving in soils*. Soil Environ, 2010

[Dupont 2003]

Dupont, L. *Metal ions binding on to a lignocellulosic substrate extracted from wheat bran*. Colloid Interface Sci, 2003

[Hemery 2007]

Hemery, Y. *Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality*. Cereal Sci, 2007

[Muhammad 2012]

Muhammad, M.J. *Wheat bran as brown gold: Nutritious value and its biotechnological applications*. African Journal of Microbiology Research. January 2012. ISSN: 1996-0808

Pàgines web

[Web 1]

Disponible a: <http://www.cueronet.com/flujoograma/index.ht> [Consulta: 29 de maig 2015]

[Web 2]

http://www.biorom.uma.es/contenido/av_biom/Mat3d.html [Consulta: 1 de juny 2015]

[Web 3]

<http://bayareapelleve.com/pelleve/collagen/> [Consulta: 5 de setembre 2015]

[Web 4]

<http://www.cueronet.com/hpiel/historia7.htm> [Consulta: 11 de maig 2015]

[Web 5]

<http://www.cueronet.com/tecnica/colageno.htm> [Consulta: 11 de maig]

[Web 6]

http://www.lookfordiagnosis.com/mesh_info.php?term=Isodesmosina&lang=2

[Consulta: 25 de maig 2015]

[Web 7]

<http://www.cuidadosdelasmanosylospies.mye.name/apuntes/2010/01/10/las-glandulas-de-la-piel-estructura-funciones-y--alteraciones> [Consulta: 12 de setembre 2015]

[Web 8]

https://ca.wikipedia.org/wiki/Gl%C3%A0ndula_seb%C3%A0cia

[Consulta: 21 de setembre 2015]

[Web 9]

<http://www.medicaexpo.es/prod/thermo-scientific/product-78678-507088.html>

[Consulta: 23 de setembre 2015]

[Web 10]

<http://www.medicaexpo.es/prod/thermo-scientific/product-78678-507088.html>

[Consulta: 23 de setembre 2015]

